

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Кафедра Информационных систем и технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Учет пространственных характеристик объектов в задачах интеллектуального анализа данных

УДК 004.6:004.89:711.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Кудинов Антон Викторович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Данков А.Г.	к.и.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф.ЭБЖ	Акулов П.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков А.Н.	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
Р1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
Р2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
Р3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
Р4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования ИС или промышленного программного обеспечения.
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ИС и ИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.

P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ИС и ИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики ИС и ИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочным планировании.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P12	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Кафедра Информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Мальчуков А.Н.
(подпись) (дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна

Тема работы:

Учет пространственных характеристик объектов в задачах интеллектуального анализа данных

Утверждена приказом директора (дата, номер)	22.02.2017 № 986/с
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Картографические сервисы, пространственные данные.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ предметной области и существующих аналогов. Сбор и обработка пространственных данных. Проектирование архитектуры, процедур получения данных и пользовательского интерфейса. Пространственное моделирование алгоритмов решения задач городских ГИС. Анализ пространственных данных. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Социальная ответственность
Перечень графического материала	Мультимедийная презентация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков А.Г.
Социальная ответственность	Акулов П.А.
Раздел на иностранном языке	Морозов В.С. Мирошниченко Е.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Аналитический обзор (Analytical review)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИСТ	Кудинов А.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Уровень образования Магистр

Кафедра Информационных систем и технологий

Период выполнения осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)
--

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.03.2016 г.	Анализ предметной области	15
04.04.2016 г.	Проектирование архитектуры, процедур получения данных и пользовательского интерфейса системы, формирование гипотезы о численности населения одного жилого объекта.	20
18.04.2016 г.	Пространственное моделирование алгоритмов решения задач городских ГИС и анализ пространственных данных.	25
18.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
24.05.2016 г.	Социальная ответственность	10
28.05.2016 г.	Обязательное приложение на иностранном языке	10
01.06.2016 г.	Оформление пояснительной записки	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ИСТ	Кудинов А.В.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков А.Н	к.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц текстового документа, 33 рисунка, 13 таблиц, 30 использованных источников.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, пространственный анализ данных, пространственные данные, доступность социальных услуг, плотность городской застройки, интерактивная карта, ГИС, Томск.

Объектом исследования являются пространственные характеристики объектов (пространственные данные), а предметом исследования их интеллектуальный и пространственный анализ.

Цель работы – решение задач анализа пространственных данных на примере реализации интерактивной карты города Томск.

В процессе исследования проводился анализ предметной области и существующих аналогов городских ГИС.

В работе приведены результаты анализа градостроительной и демографической ситуации города Томск по различным территориальным единицам, а также анализ доступности социальных услуг для населения города, как для конкретной точки пространства, так и для микрорайонов и районов в целом.

Сформированная интерактивная карта города, может быть полезна любой категории пользователей (от простых жителей города до органов местного самоуправления) и использоваться как для личных, так и профессиональных целей.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

Пространственные данные (геоданные) – данные о пространственных объектах и их наборах.

ГИС (геоинформационные системы) – информационные системы, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственных данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях.

Интеллектуальный анализ данных – процесс обнаружения в "сырых" данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Пространственный анализ данных – это произведение вычислительных операций над геоданными с целью извлечения из них дополнительной информации.

Интерактивная карта – электронная карта, которая работает в режиме двухстороннего диалогового взаимодействия пользователя и компьютера и представляет собой визуальную информационную систему.

OSM – Open Street Map.

ПО – программное обеспечение.

Содержание

Введение	10
1 Аналитический обзор	12
1.1 Понятие интеллектуального анализа данных	12
1.2 Понятие пространственных данных	15
1.3 Геоинформационные системы как инструмент визуализации и анализа пространственных данных	19
1.4 Актуальность учета геоданных в интеллектуальном и пространственном анализе данных	21
1.5 Городские геоинформационные системы	22
1.6 Постановка задачи	27
2 Проектирование интерактивной карты города	29
2.1 Обзор геоинформационных систем	29
2.2 Проектирование архитектуры системы	30
2.3 Проектирование процедур получения данных	32
2.4 Моделирование алгоритма для вычисления численности населения города..	36
2.5 Проектирование пользовательского интерфейса	38
3 Разработка и апробация моделей для решения задач анализа городской среды ...	42
3.1 Решение задач городских ГИС	42
3.1.1 Пространственное моделирование численности и плотности населения по микрорайонам и районам города	42
3.1.2 Пространственное моделирование плотности застройки территории города	47
3.1.3 Пространственное моделирование доступности социальных услуг для населения города	51
3.1.4 Выводы по задачам	58
3.2 Интерактивная карта города	59
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
4.1 Организация и планирование работ	62
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	68
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	74
5 Социальная ответственность	79
5.1 Производственная безопасность	79
5.2 Экологическая безопасность	87
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
Список использованной литературы	97
Приложение А	101

ВВЕДЕНИЕ

Пространственные данные представляют собой данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах. С развитием мобильных технологий и распространением систем глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) пространственные характеристики стали использоваться при решении многих практических и исследовательских задач. Пространственный и интеллектуальный анализ позволяет выявлять закономерности во взаиморасположении связанных с ними объектов или явлений и получать новые знания о них. Повсеместно пространственные данные выступают в качестве дополнительного источника информации для принятия управленческих и аналитических решений.

Пространственные данные активно используются для решения задач городских ГИС, к числу которых можно отнести актуальную задачу анализа доступности социальных услуг. Подобный анализ позволяет оценить развитость инфраструктуры для различных территориальных единиц города.

Объектом исследования являются пространственные данные, а предметом исследования – их пространственный и интеллектуальный анализ.

Цель магистерской диссертации – решение задач анализа пространственных данных на примере реализации интерактивной карты города.

Практическая значимость – решение задач на основе пространственных данных и визуализация их результатов на интерактивной карте послужит основой для последующего выявления новых знаний, выступит в качестве инструмента для принятия решений специалистами в области градостроительства, а также будет полезен любому жителю или гостю города.

В первом разделе данной работы проведен анализ предметной области, обоснована актуальность исследования и изложены результаты обзора аналогов.

Во втором разделе представлено проектирование архитектуры разрабатываемого сервиса, процедур получения данных и пользовательского

интерфейса, а также моделирование алгоритма вычисления численности населения для одного жилого объекта.

В третьем разделе представлены результаты пространственного моделирования и анализ полученных результатов.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы финансового менеджмента, результаты расчетов и анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В пятом разделе описаны основные требования социальной ответственности.

1 Аналитический обзор

1.1 Понятие интеллектуального анализа данных

Существует множество определений интеллектуального анализа данных. Приведем наиболее распространенное и полное из них. Интеллектуальный анализ данных (ИАД) – процесс обнаружения в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных практически полезных, доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [1]. ИАД – это мультидисциплинарная область, которая возникла и развивалась на базе большого количества наук, среди которых прикладная статистика, распознавание образов, искусственный интеллект, теория баз данных, теория информации, машинное обучение и др.

Процесс ИАД можно разделить на следующие этапы [2]:

- понимание и формулировка задачи анализа - важный этап анализа, правильно сформулированные цели и выбранные необходимые для их достижения методы являются залогом эффективности всего процесса;
- подготовка данных для автоматизированного анализа состоит в приведении данных к форме, пригодной для применения конкретных методов ИАД;
- применение методов ИАД и построение моделей;
- проверка построенных моделей, заключается в разбиении анализируемых данных на большую и малую группы. На большей группе, получают модели (применяя методы ИАД), а на меньшей – проверяют их;
- интерпретация моделей человеком в целях их использования для принятия решений, добавление получившихся правил и зависимостей в базы знаний и т.д.

1.1.1 Основные типы задач интеллектуального анализа данных

В настоящее время нет единого мнения о том, какие из задач ИАД принято считать основными. Большинство авторитетных источников выделяют пять групп задач, среди которых различают описательные (наглядное описание имеющихся скрытых закономерностей) и предсказательные (предсказание для тех случаев, для которых данных еще нет) задачи.

К описательным задачам относятся:

- поиск ассоциативных правил или паттернов (образцов) - поиск закономерностей между связанными событиями в наборе данных. Поиск закономерностей осуществляется между несколькими событиями, которые происходят одновременно;

- кластерный анализ (группировка объектов) логически продолжает идеи классификации, но является более сложным. Особенность ее заключается в том, что классы объектов изначально не predetermined. Результатом кластеризации является разбиение объектов на группы, объекты одной группы должны быть максимально «похожими» друг на друга и отличаться от объектов остальных групп [3]

К предсказательным задачам относятся:

- классификация объектов является одной из простых и распространенных задач интеллектуального анализа, главная цель, которой обнаружение определенных признаков у объектов (событий), позволяющих отнести их к тому или иному ранее известному классу;

- прогнозирование - оценивание пропущенных или будущих значений целевых численных показателей на основе особенностей исторических данных [4];

- последовательность (последовательная ассоциация). Задача подобна ассоциации, ее целью является установление закономерностей между событиями, происходящими с некоторым определенным интервалом во времени.

– визуализация. Для решения задач визуализации используются графические методы (графики, схемы, гистограммы, диаграммы и т.д.), показывающие наличие закономерностей в данных. Применение визуализации помогает в процессе анализа данных увидеть аномалии, тренды, а также является более экономичным, так как позволяет намного быстрее выявить закономерности и принять соответствующее решение. Подсистема визуализации данных является важной составной частью интеллектуального анализа данных. Визуализация может использоваться на всех этапах процесса обработки данных, от визуализации исходных данных (проверки соответствия ожиданиям и пригодности данных к анализу) до визуализации окончательных результатов, включая этапы выборки, результатов первичной обработки и промежуточных результатов [4]. Основным преимуществом данного метода является простота в ознакомлении с информацией.

1.1.2 Области применения интеллектуального и пространственного анализа данных

ИАД применяется во многих областях жизнедеятельности. Сфера его применения ничем не ограничена, он используется везде, где есть какие-либо данные (статистические, пространственные и др.). Выделяют четыре основные сферы применения ИАД [5]:

- наука, задачи - диагностика и выбор лечебных воздействий, прогнозирование исхода хирургического вмешательства и др.;
- бизнес, решение задач анализа кредитных рисков, привлечение и удержание клиентов, управление ресурсами, привлечение и удержание клиентов, прогнозирование финансовых показателей и т.д. [6];
- исследования для правительства, задачи - поиск лиц, уклоняющихся от налогов; средства в борьбе с терроризмом и др.;
- веб-направление, задачи - поисковые машины, счетчики и другие.

ИАД играет важную роль в понимании пространственных данных и в обнаружении сложных взаимоотношений между пространственными и непространственными данными.

1.1.3 Инструменты интеллектуального анализа данных

На рынке анализа данных работает большое количество фирм, которые ориентированы на создание инструментов ИАД. Разработкой в секторе ИАД всемирного рынка программного обеспечения заняты как всемирно известные лидеры, так и новые развивающиеся компании. Они могут быть представлены либо как самостоятельное приложение, либо как дополнения к основному продукту. Последний вариант реализуется многими лидерами рынка программного обеспечения. Разработчики универсальных статистических пакетов, в дополнение к традиционным методам статистического анализа, включают в пакет определенный набор методов ИАД. К числу наиболее известных инструментов можно отнести Tableau, RapidMiner, Dataiku и т.д. Есть поставщики, включающие ИАД в функциональность СУБД: это Microsoft, Oracle и IBM.

Рынок поставщиков ИАД активно развивается. Постоянно появляются новые фирмы-разработчики и новые инструменты [7].

1.2 Понятие пространственных данных

Под геоданными (географические данные, пространственные данные) понимают пространственно-временные данные, отражающие свойства объектов, процессов и явлений, происходящих на Земле [1]. Геоданные представляют собой совокупность координатных (позиционных) и атрибутивных (непозиционных) данных. Координатные данные описывают местоположение объектов в установленной системе координат, а атрибутивные определяют их семантику и могут содержать качественные или количественные значения [9].

1.2.1 Источники пространственных данных

В качестве источников геоданных могут выступать различные картографические изображения и сервисы (карты, атласы и т.д.), данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), статистические данные, данные полевых исследований и съемок, открытые источники данных и т.д. Рассмотрим некоторые из них.

1.2.1.1 *Картографические сервисы*

Одним из ключевых источников пространственных данных являются картографические сервисы. Под картографическим сервисом понимают сервис, который обеспечивает доступ к геоданным, их обработку, анализ, поиск и визуализацию. На данный момент существует большое количество не только отечественных, но и зарубежных картографических сервисов, наиболее известными и распространенными из которых являются сервисы Google Maps, Яндекс.Карты, 2ГИС и OpenStreetMap (OSM). Сервисы предоставляют информацию об объектах Земного шара, являются бесплатными для некоммерческого использования, а также позволяют измерять расстояния, получать информацию о маршрутах городского транспорта, предприятиях и организациях и т.д. В последнее время крупные разработчики картографических сервисов предоставляют офлайн-версии своих продуктов, что позволяет пользоваться сервисом даже в то время когда нет возможности подключиться к Интернету.

К преимуществам картографических сервисов можно отнести: отсутствие необходимости в специализированном клиентском программном обеспечении (ПО), легкий и удобный интерфейс, высокую скорость загрузки данных, возможность работать с любого компьютера, имеющего доступ в Интернет.

1.2.1.3 *Открытые источники данных*

В последнее время все большую популярность набирают открытые источники данных, которые публикуются в основном на сайтах органов исполнительной власти и являются абсолютно бесплатными и свободными для

использования и распространения. Данные представляются в различных форматах (csv, json, xml и т.д), а для разработчиков могут быть доступны через API. Данные содержат не только пространственную информацию об объектах жизнедеятельности, но и различные статистические данные, отчеты, документацию, информацию о деятельности различных общественных организаций и предприятий и т.д.

1.2.2 Способы получения пространственных данных

1.2.2.1 Синтаксический анализатор данных (парсер)

Одним из распространенных способов «добычи данных» является синтаксический анализатор или парсер. Синтаксический анализатор – программное обеспечение, предназначенное для анализа и разбора исходных данных, с целью их обработки и дальнейшего использования в требуемом виде. Синтаксический анализатор может быть написан на любом языке программирования, где есть поддержка регулярных выражений, например C#, Delphi, Java, PHP и др.

Сфера применения таких программ очень широка, но все они работают практически по одному алгоритму:

- выход в интернет, получение доступа к коду веб-ресурса и его скачивание;
- чтение, извлечение и обработка данных;
- представление извлеченных данных в .txt, .sql, .xml, .html и других форматах.

Парсеры используются для поддержания информации в актуальном состоянии (например, для отображения курса валют или погоды), для полного или частичного копирования материалов сайта с последующим размещением этих материалов на своих ресурсах (например, наполнения контента интернет-магазинов), объединения потоков информации из разных источников в одном месте и ее постоянное обновление и др. [10].

1.2.2.2 WFS - сервисы

Стандарт WFS (Web Feature Service) – веб-сервис пространственных объектов, определяющий интерфейсы и операции, которые позволяют запрашивать и редактировать векторные пространственные данные, такие, как дороги или береговые линии [11].

При использовании сервиса WFS любое приложение, работающее с веб-сервисами, может получать доступ к географическим объектам из карты или многопользовательской базы геоданных. Сервис WFS возвращает фактические объекты с геометрией и атрибутами, которые можно использовать в любом типе пространственного анализа. Сервисы WFS также поддерживают фильтры, позволяющие пользователям выполнять пространственные и атрибутные запросы к данным.

Входящие и исходящие данные веб-сервиса представлены в формате GML. Некоторые из сервисов могут поддерживать и другие форматы данных, например GeoRSS или shape-файлы [12].

1.2.2.3 API

API (интерфейс программирования приложений, интерфейс прикладного программирования) - набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах. Многие компании-разработчики картографических сервисов имеют в своем арсенале API – инструмент, который сопровождается подробной документацией использования, например, такие как Google, Yandex, OpenStreetMap, 2ГИС и многие другие.

API картографических сервисов позволяет создавать интерактивные карты на веб-странице, показывать на карте различные объекты (маркеры, попапы, геометрические объекты), определять координаты геообъектов по их названиям и названия по координатам и т.д. [13].

1.3 Геоинформационные системы как инструмент визуализации и анализа пространственных данных

Основным инструментом для работы с геоданными, их обработки и анализа являются геоинформационные системы (ГИС). ГИС – информационные системы, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственных данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях. Главным преимуществом ГИС является представление пространственной информации. Это свойство является определяющим для использования визуализации данных, поскольку основное качество ГИС - это наглядность. Современные ГИС имеют множество мощных инструментов для пространственного анализа данных.

Под пространственным анализом данных (ПАД) понимают произведение вычислительных операций над геоданными с целью извлечения из них дополнительной информации. ПАД является одним из основных методов интерпретации данных. Это набор алгоритмов, обеспечивающих анализ местоположения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости/невидимости, анализ соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа и т.д. Обычно пространственный анализ выполняется в ГИС-приложениях, так как они имеют специализированные инструменты пространственного анализа для статистики объектов или для геообработки.

Отображение в готовых ГИС произвольных данных позволяет подключить для визуализации и анализа весь накопленный арсенал средств обработки пространственной информации. Визуализируя пространственные данные можно получить большое количество информации о них, оценить их взаимное расположение, оценить их пространственное влияние и т.д. [8]. Современные ГИС имеют очень широкую сферу применения и используются для решения большого количества задач различных предметных областей.

На сегодняшний день на рынке ГИС существует большое количество компаний производителей, наиболее известными и распространенными из которых являются ГИС MapInfo, ArcGIS, QGIS, ГИС Панорама и многие другие. Компании разработчики ГИС в своем арсенале имеют настольные, серверные (Spectrum Platform, ArcGIS Server) и мобильные (MapInfo MapX Mobile) ГИС.

1.3.1 Представление пространственных данных в ГИС

Для представления данных в ГИС чаще всего используются векторные и растровые структуры и модели данных. Так как в рамках ВКР использовались векторные исходные данные, рассмотрим только векторную модель пространственных данных.

Векторная модель пространственных данных - цифровое представление в виде набора координатных пар:

- Точечных объектов - объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства. Например, дом, дерево и т.д.
- Линейных объектов – объекты или явления, протяженные в масштабе карты, но имеющие пренебрежимо малую ширину. Описываются парой координат. Например, дороги, реки, водопроводные системы и т.д.
- Полигональных объектов - замкнутые области, которые представляют однородные по некоторым критериям участки. Например, избирательные округа, земельные участки или контуры зданий.

Преимуществами векторного представления пространственных объектов является малый объем памяти, легкость проведения пространственного анализа.

1.4 Актуальность учета геоданных в интеллектуальном и пространственном анализе данных

Пространственные данные активно применяются для решения большого количества задач различных предметных областей. Их анализ позволяет выявлять закономерности во взаиморасположении объектов, а также оценивать их влияние друг на друга.

При решении задач интеллектуального анализа данных чаще всего приходится собирать данные из нескольких источников различной структуры. Данные могут быть представлены в разных форматах, не совпадать друг с другом, содержать пропущенные значения, иметь неверную кодировку (данные открытых источников), быть плохо структурированными, быть неточными, содержать дубликаты и т.д. Основная проблема – несогласованность и противоречивость источников данных. Важным этапом анализа данных является предварительная обработка исходных данных. На данном этапе данные полученные в результате сбора должны соответствовать так называемым критериям качества, к которым относится полнота, точность, своевременность и возможность интерпретации данных. Игнорирование данного этапа приводит к финансовым потерям, снижению производительности, принятию неправильных бизнес-решений и невозможности получить желаемый результат.

Как правило, форма представления пространственных характеристик объектов отличается от представления обычных числовых данных, поэтому возникает необходимость в использовании специальных методов для их обработки. Для решения аналитических задач важно учитывать согласованность между исходными данными и внутренним форматом используемого программного обеспечения.

Геоинформационные системы, как инструмент анализа данных, позволяют создавать картографические материалы различного тематического наполнения и являются визуальным инструментом для принятия решений в

различных областях жизнедеятельности. Использование их приводит к обоснованности и адекватности принимаемых решений по социально-экономическому развитию города.

1.5 Городские геоинформационные системы

По предметной области ГИС можно разделить на городские (муниципальные), природоохранные, земельные ГИС и т.д. Среди них широко распространенными являются городские ГИС.

Под городскими ГИС понимают программно-аппаратный комплекс, решающий совокупность задач по сбору, хранению, отображению, обновлению и анализу пространственной и другой, связанной с ней, информации по объектам территории. Они создаются для территории отдельного города, муниципального района или пригородной зоны и обеспечивают информационную поддержку различных сфер деятельности органов местного самоуправления. С помощью них решаются кадастровые задачи, а также ведется мониторинг и моделирование экологических, социально-демографических и инфраструктурных ситуаций городской среды [14].

1.5.1 Актуальные задачи анализа пространственных данных по городам

Городские ГИС позволяют решать множество других задач, которые в условиях современности являются актуальными и важными для анализа. К их числу можно отнести задачи:

– мониторинга городской среды, основные задачи которого – своевременное выявление изменений состояния земельного фонда, их оценка, прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов, рациональное землепользование и землеустройство, контроль использования и охрана земель, а также своевременное выявление изменений состояния объектов недвижимости [15];

– демографии, анализ которой позволяет выявить наиболее острые демографические проблемы, требующие первоочередного решения, и тем самым определяет приоритетные направления этой политики, а также позволяет выявлять и устранять действия тех причин, которые порождают негативную демографическую ситуацию;

– здоровья, анализ позволяет выявлять очаги и причины всплесков различного рода заболеваний и путей их распространения, формировать защитные мероприятия по предупреждению и ликвидации опасных для населения факторов и др.;

– транспорта, который включает анализ развития транспортной инфраструктуры города, маршрутизации пассажирского автотранспорта, дорожно-транспортных происшествий и т.д.;

– экономики, анализ использования бюджетных средств выделяемых на благоустройство, землеустройство и капитальное строительство и т.д.

Актуальной и практически важной задачей для градостроителей является задача расчета и моделирования основных параметров, характеризующих комфортность проживания населения как в различных территориальных единицах (районах, микрорайонах), так и в отдельных точках города. Одним из таких параметров является плотность застройки.

Плотность городской застройки – это один из основных показателей, широко используемых в градостроительной практике (в генеральных планах, правилах землепользования и застройки, проектах застройки земельных участков и пр.), характеризующий интенсивность использования территорий.

Плотность застройки определяется как отношение суммарной поэтажной площади застройки наземной части зданий и сооружений в габаритах наружных стен на единицу территории участка (квартала) [16]. Единица измерения тысяча квадратных метров на гектар. Визуализация результата вычисления плотности застройки района, микрорайона или квартала на карте позволяет наглядно увидеть, как объекты размещены в пространстве, насколько плотно расположены друг к другу и оценить диапазон их

пространственного влияния. Данный анализ может выступать в качестве инструмента для принятия управленческих и аналитических решений, в частности для принятия решений в размещении объектов на территории города.

Построив пространственные модели численности и плотности городского населения, и рассчитав плотность городской застройки, мы получаем возможность моделировать доступность социальных услуг для населения города. Доступность показывает насколько удобно проживать в том или ином районе города, отражая его обеспеченность социальными услугами.

Для вычисления доступности социальных услуг для объектов важно учитывать ряд факторов, которые могут оказывать неблагоприятные воздействия на них. К числу таких факторов можно отнести удаленность жилых объектов до объектов инфраструктуры и их транспортную доступность. При моделировании транспортной доступности важно учитывать также состояние, загруженность дорог и т.д. Важными факторами также является удаленность объектов от локальных преград, к числу которых можно отнести заводы, так как они могут быть источниками разного рода заболеваний, озера и реки, так как могут нанести существенный урон жилым объектам, особенно во время весенних паводков. Также важно учитывать удаленность от центра города, состояние домов и вместимость объектов инфраструктуры (школ, детских садов и т.д.). Еще на индекс дома могут оказывать влияние разные источники шума (трамвайные и железнодорожные пути, оживленные автомагистрали), размещение вблизи объектов мусорных свалок, кладбищ и т.д.

Визуализация результатов моделирования доступности социальных услуг для населения города при помощи интерактивных карт позволит оценить степень развития городской инфраструктуры и покажет, какие из районов города являются благоприятными для проживания.

1.5.2 Обзор существующих аналогов городских ГИС.

1.5.2.1 *Сервис Pin Rate*

Тема открытых данных в последнее время становится все более актуальной. С различной периодичностью в разных городах России и за рубежом проходят конкурсы, главная цель которых реализация социальных приложений на базе открытых источников данных в течение 24 часов. Наиболее часто реализуемым приложением на подобных конкурсах является приложение, которое показывает индекс доступности услуг для жителей города. Одним из подобных приложений является сервис Pin Rate от компании 2ГИС.

Pin Rate – интерактивный индекс удобства проживания в городе (рисунок 1). Индекс был проведен в 91 городе России, Казахстана и Украины. Данный сервис предлагает пользователю узнать, насколько удобно расположен дом в пределах города и насколько доступны для каждого объекта пространства различные услуги. При оценке индекса, учитывается расстояние до разных объектов инфраструктуры города и их влияние на уровень жизни (магазинов, кафе, спортивных площадок, баров, больниц, школ, детских садов и т.д.).

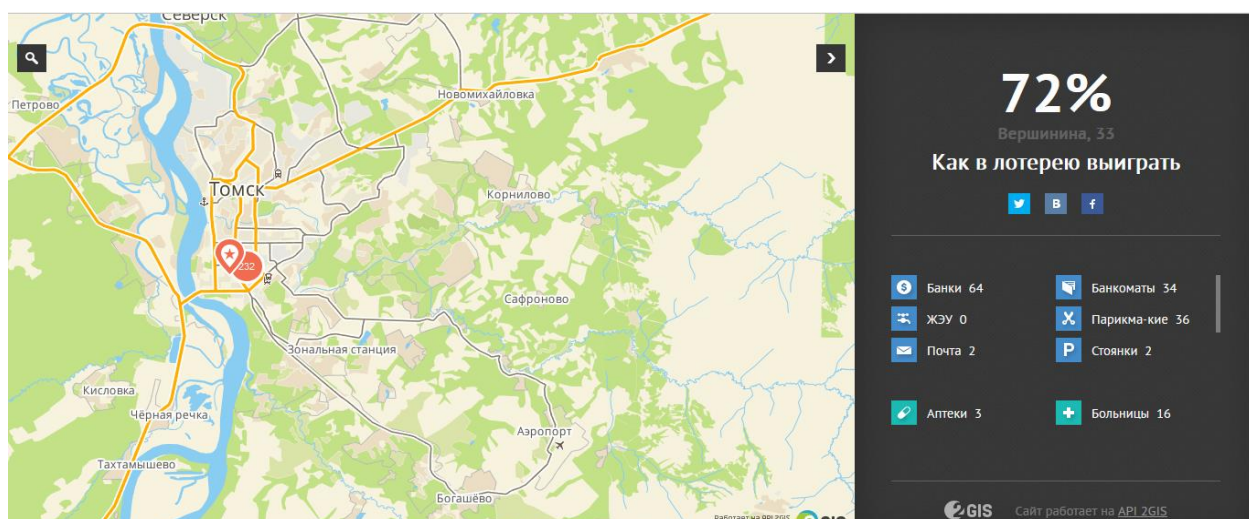


Рисунок 1 – Сервис Pin Rate

Результат выводится в процентах и сопровождается соответствующим комментарием. Данный индекс является неполным, поскольку в нем не

учитывается следующие важные параметры: транспорт, удалённость от центра города, состояние дома, локальные преграды (заводы, озера, свалки).

В основе сервиса лежит справочник API 2ГИС и библиотека Leaflet. Leaflet – широко используемая библиотека с открытым исходным кодом, написанная на JavaScript, предназначенная для отображения карт на веб-сайтах [17]. Сервис Pin Rate является наиболее близким и показательным аналогом разрабатываемого сервиса, поэтому он был выбран в качестве основы для проведения исследований.

1.5.2.2 ГИС Территориального планирования Кемеровской области

ГИС территориального планирования Кемеровской области создана с целью сбора, хранения, систематизации, актуализации и публикации в информационно-телекоммуникационной сети интернет сведений о градостроительной деятельности на территории и необходимых для принятия решений о размещении объектов капитального строительства регионального значения.

Одной из основных задач реализации является организация доступа в режиме реального времени органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц к информации о состоянии, использовании, ограничениях использования и развитии территорий.

Данная ГИС является одним из наиболее показательных примеров реализации информационных проектов регионального масштаба по организации градостроительной деятельности на территории России [18].

1.5.2.3 «Градостроительный атлас города Томска»

«Градостроительный атлас города Томска» является интернет-версией данных информационной системы обеспечения градостроительной деятельности, ведущихся Департаментом архитектуры и градостроительства администрации города Томска (рисунок 2).

Градостроительный атлас города Томск содержит:

- карту города, содержащую основные навигационные и поисковые элементы (границы муниципального образования, населенные пункты, улично-дорожную сеть, адреса);
- градостроительное зонирование и правила землепользования и застройки территории;
- исторические карты;
- различную сопутствующую информацию в виде прикрепленных файлов (документов, проектов, фотографий и т.п.).

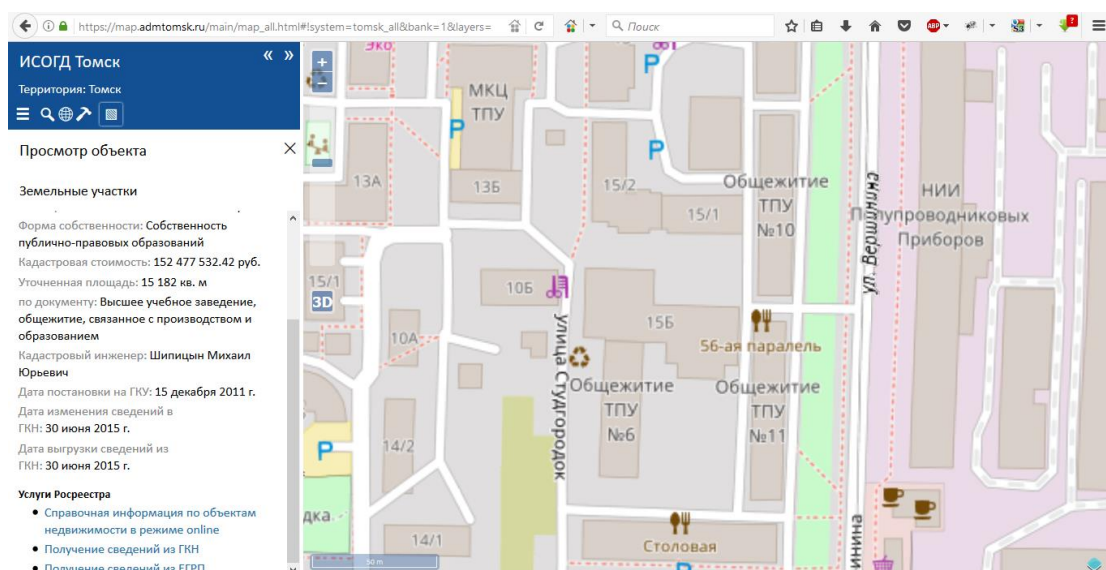


Рисунок 2 – Градостроительный атлас города

Также есть поддержка услуг Росреестра, которые позволяют получать справочную информацию по объектам недвижимости. В качестве подложки атласа могут быть использованы карты Google, Яндекс или OSM. Данный сервис отображает информацию об отдельных участках городской территории и не отображает целостной картины о ключевых параметрах комфортности городской среды.

1.6 Постановка задачи

На основе анализа предметной области и аналогов городских ГИС было выявлено, что, для города Томск, не существует системы, которая отображала

бы целостную картину о демографической и градостроительной ситуации города, ключевых параметрах комфортности городской среды.

Таким образом, на ВКР была поставлена цель – решение задач анализа пространственных данных на примере реализации интерактивной карты города, а именно, решение задач по моделированию:

- численности и плотности населения по микрорайонам и районам города;
- плотности застройки городской территории;
- доступности социальных услуг для населения города.

Для решения поставленных задач необходимо решить следующие подзадачи:

1. Собрать и преобразовать исходные пространственные данные;
2. Вычислить численность населения для каждого жилого объекта и микрорайона города;
3. Рассчитать основные факторы влияния на доступность социальных услуг (удаленность от центра города и до объектов инфраструктуры, влияние локальных преград, физическое состояние объектов);
4. Визуализировать полученные результаты на веб-карте города и проанализировать их.

Разрабатываемый инструмент может использоваться как для решения личных задач, так и для решения задач профессиональной деятельности, а также может быть полезен любой категории пользователей:

- жителю или гостю города, для выбора подходящего места (дом, микрорайон, район) для проживания на основе анализа развитости инфраструктуры города;
- исследователям – для анализа развитости инфраструктуры города, соответствие инфраструктуры города установленным нормативам;
- органам местного самоуправления – для анализа состояния застройки территории города и планирование его инфраструктуры.

2 Проектирование интерактивной карты города

2.1 Обзор геоинформационных систем

Одной из популярных настольных ГИС, в том числе и в России, является ГИС MapInfo. Достоинствами данной ГИС являются простота в использовании и интеграции, наличие русифицированной версии, открытость системы, простота доступа к данным (поддерживает все распространённые форматы данных), а также наличие обучающих видеокурсов, статей, форумов и т.д. К недостаткам относится стоимость и слабая математическая поддержка обработки пространственных и атрибутивных данных.

Также распространённой ГИС является ГИС ArcGIS американской компании ESRI. В линейку их продуктов входят как настольные, так и серверные ГИС. Особое место занимают настольные ГИС, так как решают ряд задач локального и корпоративного уровня, их объединяет общая архитектура и интерфейс [12]. К преимуществам ArcGIS можно отнести полную поддержку протоколов Open Geospatial Consortium (OGS), наличие хранилища пространственных данных для возможности многопользовательского редактирования пространственных данных в режиме on-line и др. Недостатком данной ГИС является ее высокая стоимость.

ГИС QGIS – свободная кроссплатформенная ГИС. На данный момент она является одной из динамично развивающихся и функциональных настольных ГИС. Преимуществами являются бесплатное распространение, мощный аналитический функционал (благодаря интеграции с GRASS), открытый исходный код, обширная документация для пользователей разного уровня подготовки и т.д. [13].

2.2 Проектирование архитектуры системы

Общая схема архитектуры разрабатываемого сервиса представлена на рисунке 3 и состоит из следующих областей:

Источники данных – данные и сервисы, на основе которых будет реализована интерактивная карта города и проведен анализ.

Парсер – инструмент извлечения данных для последующей работы с ними.

База данных предназначена для хранения полученных пространственных данных.

ГИС-среда – выступает в качестве инструмента для работы с пространственными данными.

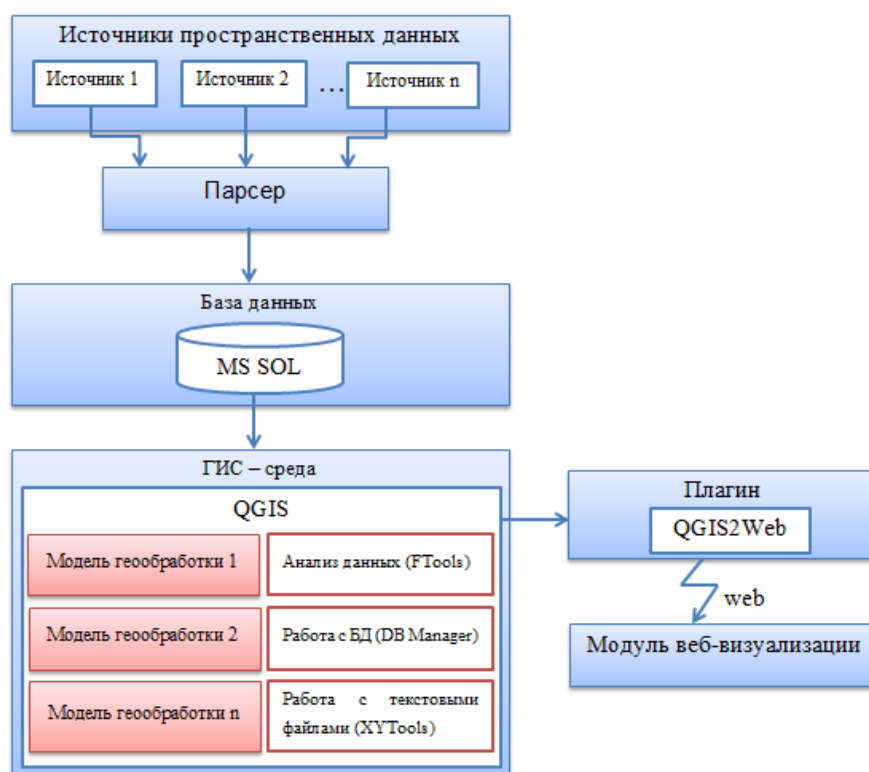


Рисунок 3 – Архитектура системы «Интерактивная карта города»

Работа в ГИС среде предполагает использование следующих модулей:

– Модуль «FTools» предоставляет расширяемый набор инструментов управления пространственными данными и функций анализа, являющихся одновременно быстрыми и функциональными.

- Модуль «XYTools» позволяет добавлять в ГИС текстовый файл с разделителями как векторный слой.

- Модуль DB Manager – предоставляет единый интерфейс для работы с различными базами данных, также позволяет выполнять SQL-запросы к базам и отображать результаты пространственных запросов на карте ГИС.

Для автоматизации вычислительных процессов использовался инструмент ГИС QGIS «Построитель моделей», который позволяет строить модели геообработки. Чаще всего анализ данных представляет собой последовательность различных операций или алгоритмов. Для того чтобы сократить время их выполнения можно описать всю последовательность действий один раз и в дальнейшем обращаться к ней как к единому алгоритму. Моделирование позволяет сократить время выполнения операций и избавляет от необходимости накапливать большое количество ненужных промежуточных слоев.

2.2.1 Выбор элементов архитектуры, платформ и технологий

Среди рассмотренных в разделе 1.2 источников пространственных данных, для решения поставленных задач использовались данные картографических сервисов 2ГИС и OpenStreetMap (OSM) и открытых источников данных (данные ГосЖКХ Томской области, которые содержат информацию об аварийных домах, таковых на данный момент, насчитывается около 800).

Преимуществами картографического сервиса 2ГИС является наличие наиболее подробного справочника города и API-документации. Сервис содержит всю необходимую пространственную и атрибутивную информацию об объектах города, а именно этажность объекта, адрес, тип объекта, его наименование, местоположение и т.д. Данные могут быть доступны с помощью API-инструмента. Недостатком данного сервиса является ограниченное число API запросов к базе данных.

Картографический сервис OSM в свою очередь предоставляет наборы векторных слоев зданий, административных границ городов и областей,

населенных пунктов, озер, рек и т.д. Также OSM является источником дорожной сети городов, на основе которой можно получить дорожный граф дорог и строить маршруты, вычислять транспортную доступность объектов и т.д. Данные могут быть доступны либо через страницу загрузки, либо через API. К преимуществам картографического сервиса можно отнести его бесплатность, легкость в получении исходных данных, подробную документацию.

Среди рассмотренных в разделе 2.1 геоинформационных систем в качестве инструмента для реализации поставленных задач была выбрана ГИС QGIS, которая является бесплатной, интуитивно понятной и обладает широким функционалом для решения аналитических задач и инструментами для визуализации пространственных данных.

2.3 Проектирование процедур получения данных

На рисунке 4 представлена процедура получения пространственных данных.

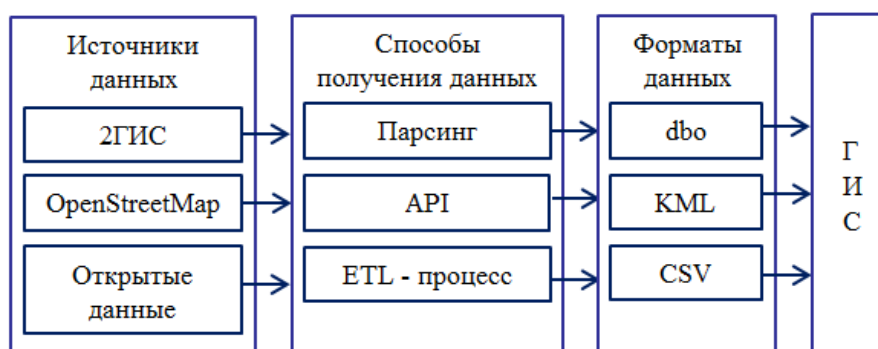


Рисунок 4 – Процедура получения пространственных данных

Для получения данных картографического сервиса 2ГИС был выбран синтаксический анализатор (парсер) DGISExportOrg, который является бесплатным и позволяет получать необходимые для решения задач пространственные данные. Парсер позволяет экспортировать объекты оффлайновой версии приложения 2ГИС в таблицы Microsoft SQL Server. В базе

данных информация хранится в нормализованной форме. Наряду с текстовыми полями парсер позволяет выгружать локальные координаты точки центра, а также ее географические координаты и UTM– координаты. Все данные в базе привязаны к дате актуальности карты.

Overpass-turbo – веб-инструмент анализа и извлечения данных для OSM. Он работает через запросы Overpass API и показывает результаты на интерактивной карте. С помощью API запросов к картографическому сервису OpenStreetMap можно получать векторные слои пространственных данных в формате KML (Keyhole Markup Language), которые можно сразу использовать для работы в любой геоинформационной системе.

Для получения данных открытых источников используется ETL (Extract, Transform, Load)-процесс, который позволяет загружать данные в таблицы Excel. Геоинформационная система поддерживает работу с текстовыми файлами с разделителями, содержащими пространственную информацию.

2.3.1 Получение и преобразование исходных пространственных данных

Как было отмечено в разделе 2.2, в качестве источников пространственных данных были выбраны картографические сервисы 2ГИС и OSM и открытые источники данных, а именно данные Гос ЖКХ.

Фрагмент базы данных 2ГИС представлен на рисунке 5.

DBID	index	name	purpose	post_index	city	centerpoint_X	centerpoint_Y	geo_X	geo_Y	UTM_X	UT
400	1	400	Кафе, бар	634045	Томск	-187867	-209796	84,9788	56,4527	375431,26	62
401	1	401	Магазин	634045	Томск	-189886	-206446	84,9785	56,453	375411,07	62
402	1	402	Административн...	634045	Томск	-183299	-205631	84,9795	56,4531	375476,94	62
403	1	403	Административн...	634045	Томск	-185912	-213075	84,9792	56,4524	375450,81	62
404	1	404	Магазин	634045	Томск	-186834	-211509	84,979	56,4526	375441,59	62
405	1	405	Спортивная база	634045	Томск	-208983	-232701	84,9755	56,4506	375220,1	62
406	1	4596	Жилой дом	634021	Томск	34236	66886	85,0135	56,4782	377652,29	62
407	1	4597	Жилой дом	634021	Томск	33226	80763	85,0133	56,4794	377642,19	62
408	1	4598	Жилой дом	634021	Томск	48471	109749	85,0156	56,482	377794,64	62
409	1	4599	Жилой дом с ад...	634021	Томск	43226	115479	85,0148	56,4825	377742,19	62

Рисунок 5 – Фрагмент базы данных 2ГИС

Данные 2ГИС содержат наиболее полный справочник атрибутивной информации об объектах.

Данные OSM представлены в виде набора слоев в shp-формате. Система координат данных – WGS84, проекция – широта/долгота. Набор данных для Томской области включает в себя данные о дорожной сети, населенных пунктах, точках интереса, зданиях, растительности, административных границах, гидросети и т.д. Слой данных «Административные границы» не содержит необходимых для решения поставленных задач данных о границах районов города Томск. Исходя из чего, для их получения использовался веб-инструмент анализа и извлечения данных для OSM – overpass-turbo (рисунок 6). Он работает через запросы Overpass API и показывает результаты на интерактивной карте.

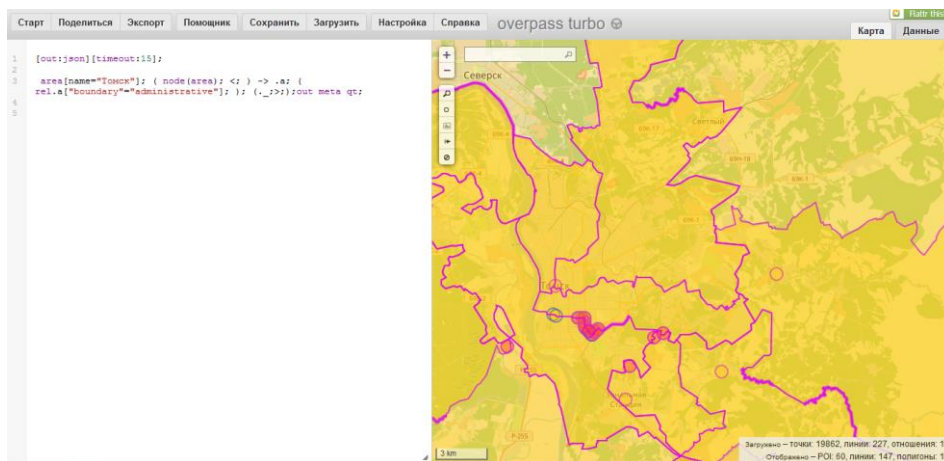


Рисунок 6 – Overpass-turbo

Данные могут быть экспортированы в таких форматах как geoJSON, GPX, KML и т.д. Исходные пространственные данные являются неполными и содержат пробелы и пропуски. Таким образом, прежде чем проводить анализ данных необходимо произвести предварительную обработку данных, а именно исключить дубликаты, восполнить пробелы в данных и т.д.

Данные Гос ЖКХ содержат только атрибутивную информацию об объектах. Для использования их в ГИС необходимо преобразовать текстовый адрес объектов в пространственную информацию, для этого используют операцию геокодирования. В результате геокодирования получают географические объекты с атрибутами, которые можно использовать для составления карт или пространственного анализа. Данные можно

геокодировать либо по одному адресу, либо использовать пакетное геокодирование, которое позволяет одновременно преобразовывать в координаты большое количество адресов. Данные открытых источников представлены в табличном формате (.csv). Для того чтобы произвести над ними геокодирование необходимо конвертировать их в точечный shape файл. Так как данных очень много целесообразно использовать пакетное геокодирование. Для этого в QGIS имеется плагин RuGeocoder. Для осуществления процесса геокодирования необходимо указать следующие параметры: исходный точечный слой, регион (для улучшения результатов геокодирования), населенный пункт и выбрать геокодер (Google, OSM, Яндекс).

Время выполнения геокодирования зависит от количества записей в слое, скорости соединения и загруженности выбранного сервиса. Результат геокодирования приведен на рисунке 7.

	Улица	Дом	Адрес	Широт	Долго
0	Алеутская ул.	16	Россия, Томск, п...	56.546555	84.985171
1	5-ой Армии ул.	8	Россия, Томск, м...	56.525142	84.939267
2	Светлый пер.	28	Россия, Томск, м...	56.521318	84.966711
3	Розы Люксенбу...	72б	Россия, Томск, у...	56.501565	84.950847
4	Розы Люксенбу...	92/1	Россия, Томск, у...	56.505088	84.950775
5	Блок-Пост ул.	1	Россия, Томск, м...	56.527222	84.938621
6	Успенского пер.	8	Россия, Томск, м...	56.509489	84.952805
7	Обская ул.	50	Россия, Томск, м...	56.520092	84.967861

Рисунок 7 – Результат пакетного геокодирования адресов

Согласно данным официального портала МО «Город Томск» аварийные объекты города Томск являются непригодными для проживания и подлежат сносу. Таким образом, аварийные объекты будут исключены из рассмотрения при вычислении доступности социальных услуг.

Из-за отсутствия данных о границах микрорайонов города, в качестве таковых использовалось разбиение слоя «Административные границы» с помощью регулярной сетки на ячейки размером 550м×550 м. Размер ячейки определялся как среднее между минимальным и максимальным размером жилой зоны. Согласно документу «Правила землепользования и застройки муниципального образования «Город Томск»» минимальный размер жилой зоны – 300м, максимальный – 800 м.

2.4 Моделирование алгоритма для вычисления численности населения города

Поставленная задача на ВКР по вычислению доступности социальных услуг для населения города предполагает анализ доступности услуг, как для районов в целом, так и для микрорайонов и отдельных жилых объектов. Если данные о численности населения районов города Томск содержатся в официальных источниках администрации, то данных о его количестве в микрорайонах и отдельных жилых объектах нет.

Таким образом, возникает необходимость в вычислении данного показателя для отсутствующих территориальных единиц. Для этого была сформулирована гипотеза о численности населения в одном жилом объекте. На основе полученного результата вычислений можно будет получить численность и для микрорайонов города.

2.4.1 Формирование гипотезы о численности населения одного жилого объекта

Для вычисления численности городского населения использовалась атрибутивная информация картографического сервиса 2ГИС об объектах города, такая как тип объекта и его этажность. При расчёте были учтены объекты постоянного проживания населения (жилой дом, частный дом, и др.) и исключены объекты временного проживания (общежития, школы-интернаты). Начальным этапом решения задачи является этап формирования гипотезы о количестве человек проживающих в одной квартире и в одном доме. Для упрощения расчетного процесса одноэтажный дом, таунхаус и коттедж приравняем к частному дому. Будем считать, что в объектах такого типа проживает четыре человека (независимо от их этажности). Для жилых домов число жителей предположим равное трем.

Для типа зданий «Жилой дом с административными помещениями» будем учитывать этажность на один меньше, поскольку зачастую все

административные помещения располагаются на первом этаже, и не могут использоваться при расчёте населения. На одном этаже (секции) допустим число квартир равное четырем. В зависимости от этажности, предположим количество подъездов для объектов. Для двухэтажного дома предположим число подъездов равное единице, для трех и четырех, а также для домов с этажностью больше шестнадцати равное двум, а для объектов с этажностью от пяти до шестнадцати равное трем.

Для детских домов предположим число комнат равное тридцати, в каждой из которых может проживать по четыре человека, численность жителей будет высчитываться в зависимости от количества этажей.

Численность населения для одного жилого объекта вычислялась по формуле 2.1:

$$P_t = K_{dw.h} * K_{fd} * K_{fl} * K_a \quad (2.1)$$

где P_t – население одного жилого объекта;

$K_{dw.h}$ – количество жителей одной квартиры;

K_{fd} – количество подъездов в доме;

K_{fl} – количество этажей в доме;

K_a – количество квартир на одном этаже.

Данная формула действительна для типа объекта «жилой дом». Для объектов типа «жилой дом с административными помещениями» необходимо использовать $K_{эГ}-1$.

После расчета количества жителей для одного объекта необходимо проверить истинность данных вычислений. Для этого необходимо посчитать численность населения, согласно гипотезе, и сравнить результат с достоверными данными. Если погрешность вычислений составляет $\leq 10\%$, значит, гипотеза верна, если больше, необходимо менять условия и производить вычисление заново.

Численности населения по районам города вычислялась по формуле 2.2:

$$P_d = \sum K_{obj} * K_{dw} \quad (2.2)$$

где P_d – общее количество жителей района;

K_{obj} – количество объектов данного типа;

K_{dw} – общее количество жителей на один объект.

Общая численность городского населения определялась как сумма населения для каждого района. По результатам вычислений, численность населения Кировского района составляет - 135348 человек, Ленинского – 124456, Октябрьского – 193236, Советского – 129572. Общая численность населения города Томск равна 582612 человек.

Верификация результатов моделирования по данным, приведенным в документе «Предварительная оценка численности постоянного населения Томской области» от 1 января 2016 года показывает, что достоверно установленное число жителей города составляет 569428 человек. Таким образом, погрешность вычислений составляет 1,6 %, которая является допустимой для решения задачи по моделированию доступности социальных услуг для населения города Томск.

2.5 Проектирование пользовательского интерфейса

Для проектирования пользовательского интерфейса интерактивной карты города использовалась утилита для создания растровой и векторной графики – Pencil.

На рисунке 8 представлен эскиз пользовательского интерфейса проектируемой интерактивной карты.

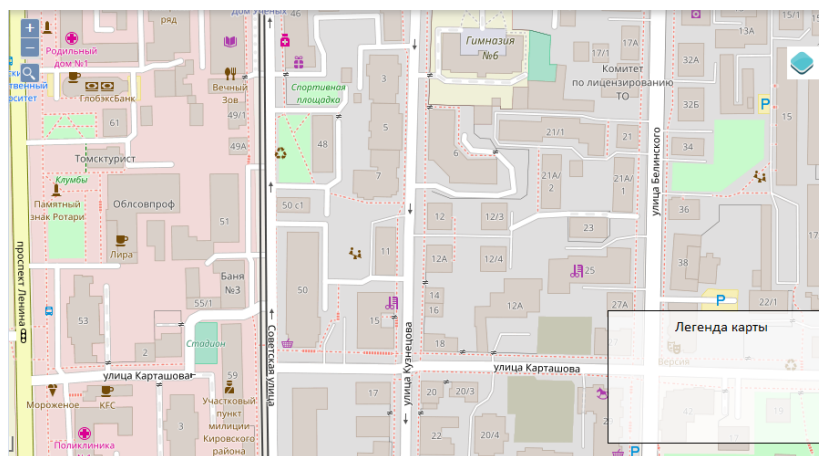


Рисунок 8 - Эскиз пользовательского интерфейса интерактивной карты

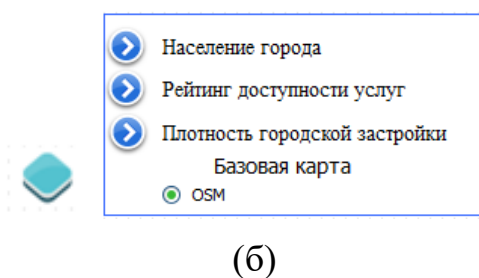
В левом углу карты расположены кнопки регулирования масштаба карты и кнопка поиска данных по атрибутивным характеристикам. В правом верхнем углу находится кнопка отображения и регулирования слоев карты. В центре размещена непосредственно сама карта города Томск. В нижнем правом углу будет расположена легенда карты соответствующая отображаемому слою на карте.

2.5.1 Элементы интерактивной карты

Спроектированы эскизы всех элементов работы с интерактивной картой города.

2.5.1.1 Работа со слоями карты

На рисунке 9 представлен эскиз работы с кнопкой отображения слоев карты. При наведении на кнопку, отображается перечень доступных для карты групп слоев.



(а)

(б)

Рисунок 9 – кнопка работы со слоями в свернутом и развернутом виде (а) и (б)

Чтобы раскрыть слои группы необходимо кликнуть по синей кнопке со стрелкой (рисунок 10).

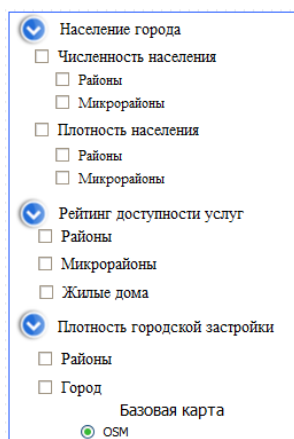


Рисунок 10 – Развернутые группы слоев

Например, при выборе слоя плотности застройки микрорайона, отображается соответствующий тематический слой с легендой (рисунок 11).

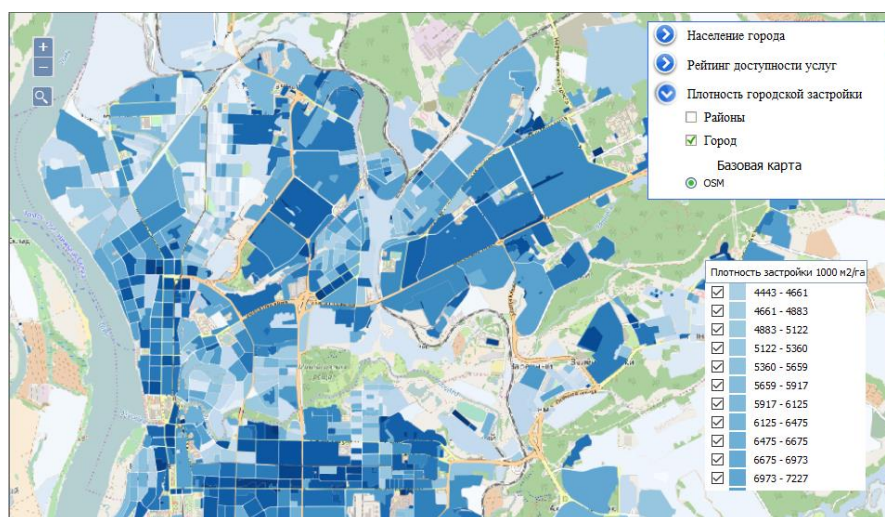
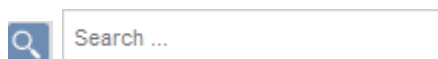


Рисунок 11 – Пример тематической карты

2.5.1.2 Поиск объектов по интерактивной карте

На рисунке 12 представлен эскиз работы с кнопкой поиска объектов по интерактивной карте. При нажатии на кнопку появляется панель поиска.



(а)

(б)

Рисунок 12 – Кнопка поиска объектов в свернутом и развернутом состоянии (а)

и (б)

При вводе запроса в поле поиска осуществляется поиск объектов удовлетворяющих условиям пользователя. Если карта содержит искомые данные, они подсвечиваются на карте. При наведении курсора на объект отображается информация о нем (рисунок 13).

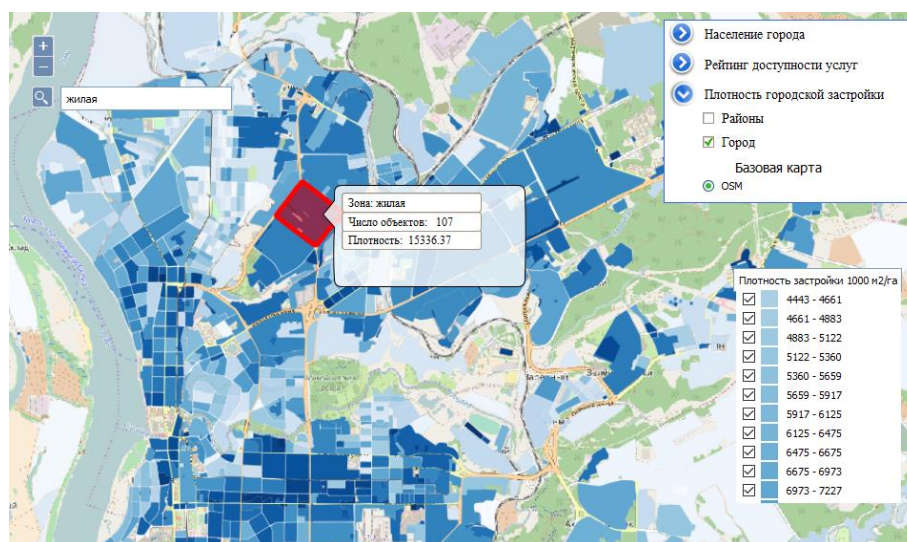


Рисунок 13 – Работа с поиском по интерактивной карте

Где поле «Зона» определяет тип городской зоны, поле «Число» показывает количество объектов, принадлежащих этой зоне, поле «Плотность» показывает плотность застройки зоны.

3 Разработка и апробация моделей для решения задач анализа городской среды

3.1 Решение задач городских ГИС

Так как данные представлены в различных форматах (табличные и векторные), для удобства работы с ними в ГИС они были преобразованы в формат понятный системе, а именно в shape-формат. Данные хранятся во внутренней директории системы. По умолчанию в качестве системы координат установлена географическая система координат WGS 84. Для того чтобы вычислять пространственные характеристики объектов, такие как площадь объектов, расстояния между объектами и т.д. необходимо спроецировать данные на плоскость. В качестве проекции была выбрана проекция UTM номер зоны 45N, которая соответствует территории Томской области.

3.1.1 Пространственное моделирование численности и плотности населения по микрорайонам и районам города

Численность населения какой-либо территориальной единицы рассчитывается как сумма жителей всех жилых объектов в границах определенной области. Плотность населения – отношение численности жителей микрорайона или района на площадь территории, единица измерения чел/км² или чел/га. Она отражает степень населенности конкретной территории.

Для вычисления численности и плотности населения по микрорайонам города Томск была построена модель геообработки «Население и плотность численности населения по микрорайонам города Томск», диаграмма, которой представлена на рисунке 14.

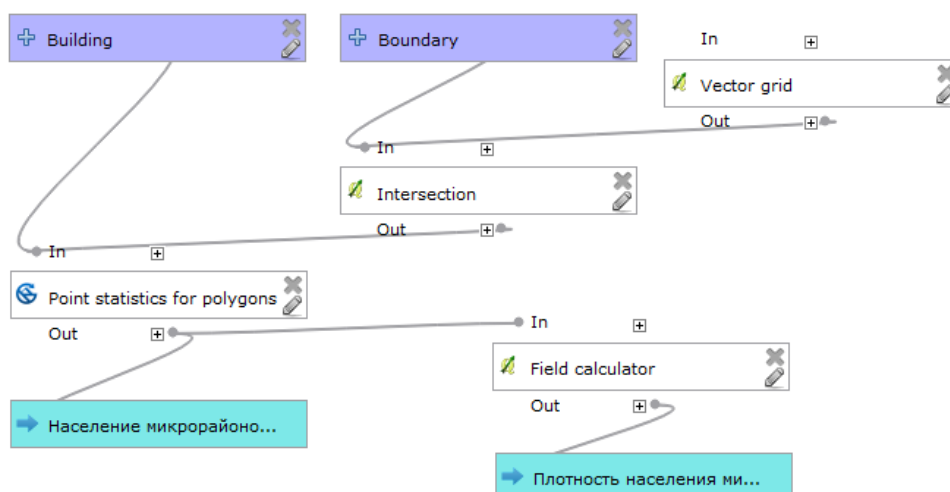


Рисунок 14 – Диаграмма модели геообработки «Население и плотность численности населения по микрорайонам города Томск»

Модель включает в себя следующие этапы:

1. Определение исходных данных (выбор данных, над которыми будут выполняться алгоритмы) - данные о жилых объектах и административных границах города Томск.

2. Описание процесса геообработки (установка связей между исходными данными и отдельными алгоритмами). Алгоритмы:

- Vector Grid используется для построения регулярной сетки (микрорайонов). Параметры: вид сетки, границы и размер ячейки сетки.

- Intersection - поиск областей пересечения двух векторных слоев. Целевой слой - слой зданий, слой пересечения – административные границы города.

- Point statistics for polygons, позволяет вычислять сумму населения всех объектов внутри области и количество объектов попавших в эту область. Точечный слой (здания), полигональный слой (административные границы), поле атрибутивной таблицы, в котором содержится численность населения одного жилого объекта – «Жители», вычислительные операции (sum/count).

- Field calculator – инструмент работы с таблицей атрибутов. Он позволяет осуществлять расчёты на основе существующих значений атрибутов или заданных функций. Для этого необходимо выбрать исходный слой, задать

имя результирующего поля, тип, длину и точность поля, а также ввести формулу, согласно которой будут произведены вычисления.

Результатом работы алгоритма являются два выходных слоя «Население микрорайонов города» и «Плотность населения микрорайонов города», которые отражают численность и плотность жителей внутри ячейки сетки (микрорайона). Полученный результат был визуализирован в виде картограммы (рисунок 15-16), с использованием метода диапазонов. Каждому диапазону был назначен свой уникальный графический стиль. В итоге объекты, попавшие в один диапазон, на карте были визуализированы стилем этого диапазона. Ширина каждого диапазона задавалась произвольно.

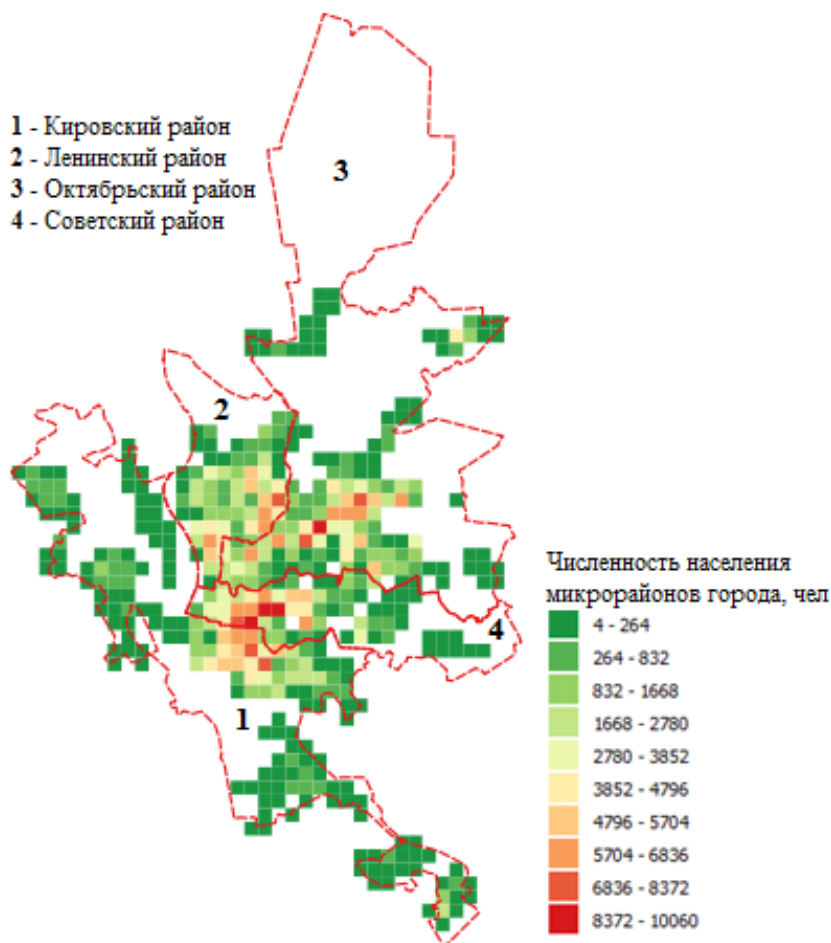


Рисунок 15 – Численность населения по микрорайонам города

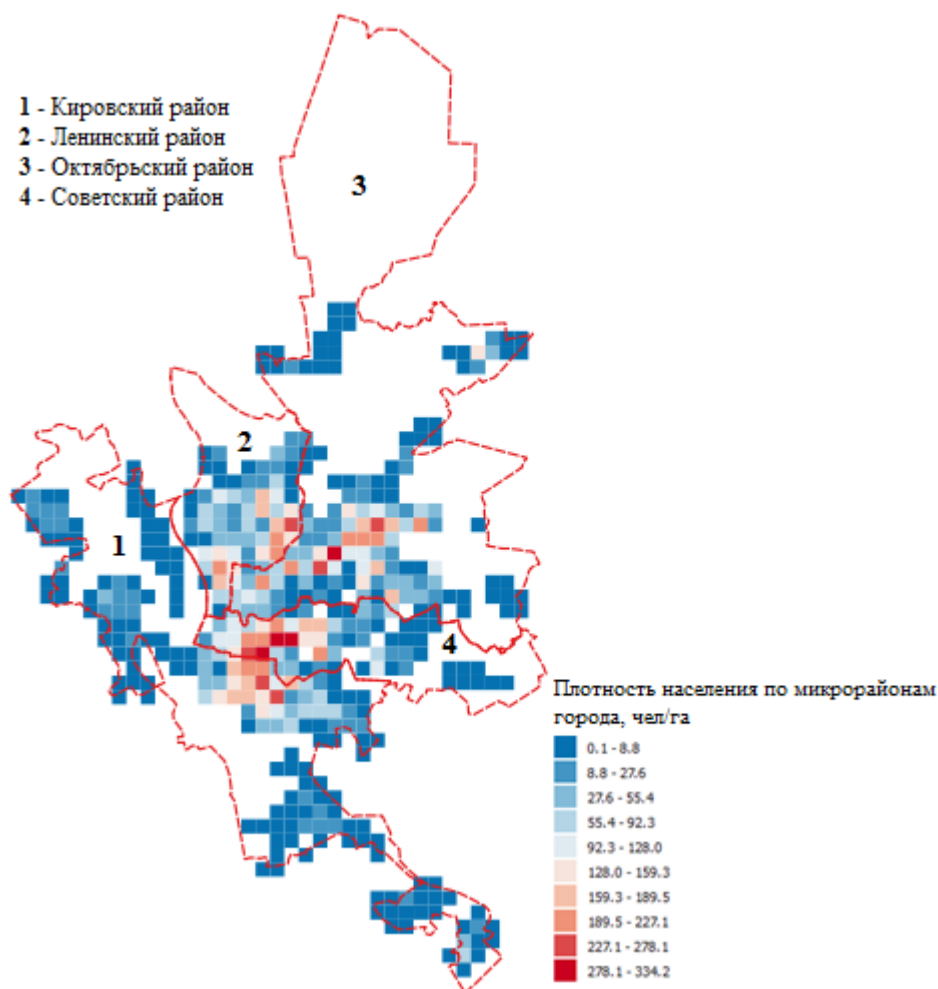


Рисунок 16 – Плотность населения по микрорайонам города

Вычисление численности и плотности населения по районам города осуществлялось аналогичным образом. Модель геообработки «Численность и плотность населения районов города» представлена на рисунке 17.

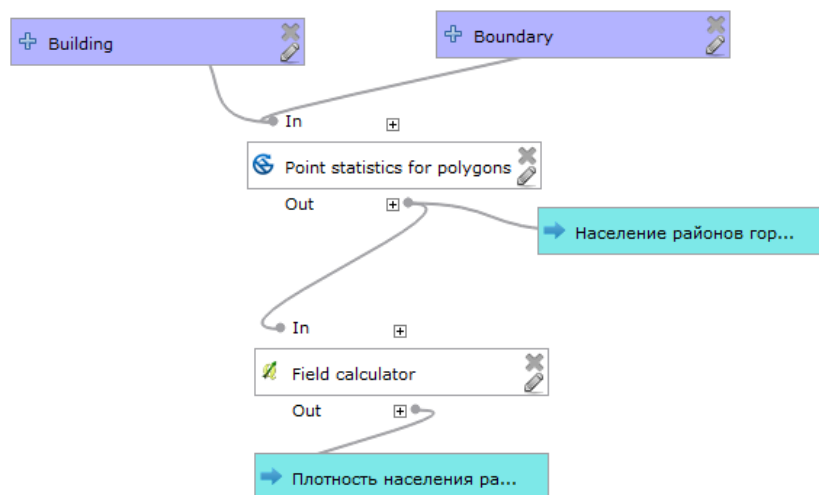


Рисунок 17 – Диаграмма модели геообработки «Население районов города»

Результатом работы алгоритма также являются два выходных слоя «Население районов города» и «Плотность населения районов города» (рисунок 18-19).

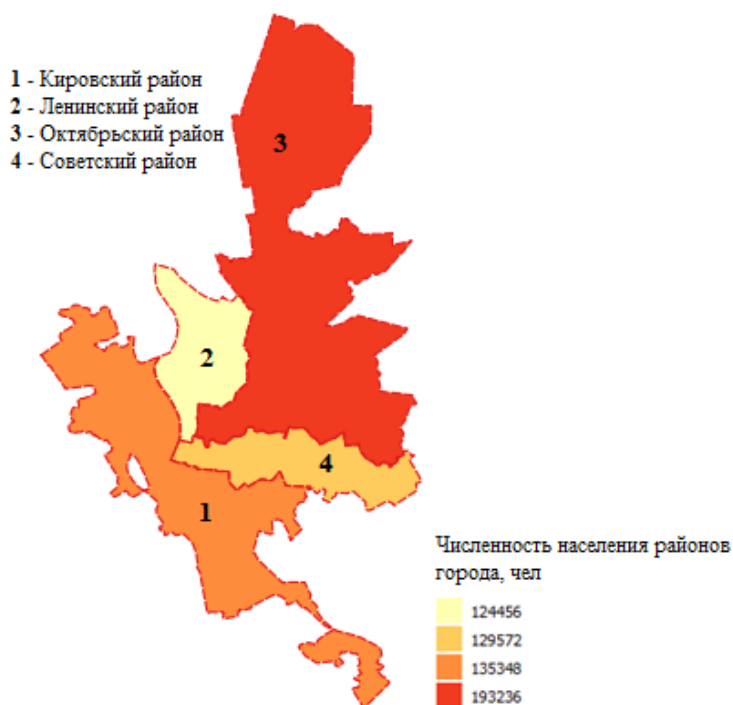


Рисунок 18 – Численность населения районов города

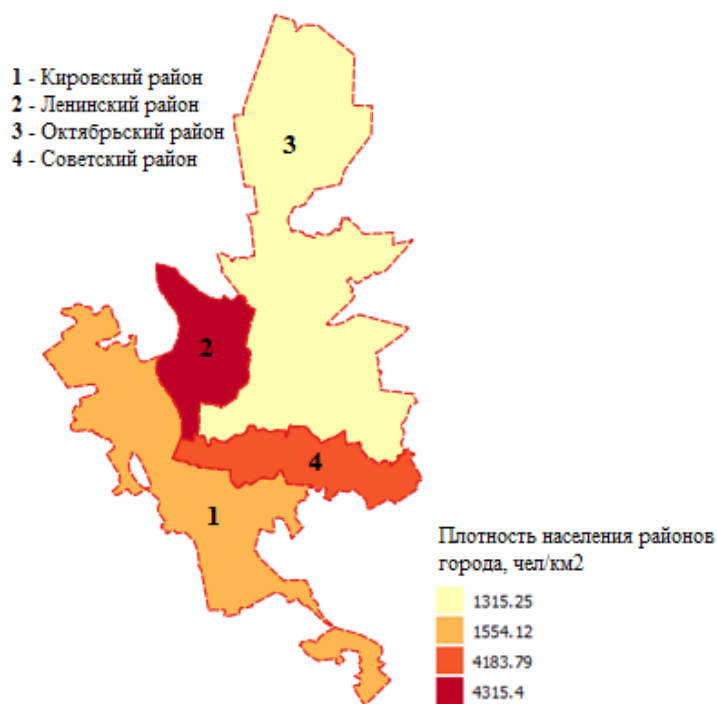


Рисунок 19 – Плотность населения районов город

Таким образом, как видно из рисунков 15-16 показатель численности и плотности населения высокий для микрорайонов Октябрьского района 2,3,4 микрорайоны по Иркутскому тракту, Черемошники и Зеленые горки. Для микрорайонов Кировского района вблизи Лагерного сада, вдоль проспекта Кирова, улиц Учебная, Усова и Елизаровых. Для Советского района вдоль и на пересечении проспектов Фрунзе и Комсомольского, а также улицы Красноармейская. Для микрорайонов Ленинского района Каштак, Черемошники. Численность населения в данных микрорайонах варьируется от 5 до 10 тысяч человек, а плотность от 200 до 300 человек на гектар. Микрорайоны с численностью населения от 4 до 5000 человек расположены на окраинах города Томск, это такие микрорайоны как Эушта, Тимирязевское и т.д. Плотность населения в таких микрорайонах не превышает 200 человек на гектар.

Как видно из рисунков 18-19 показатель численности населения высокий в Октябрьском районе – 193000 человек, низкий в Ленинском районе – 124000 человек. Исходя из этого, можно предположить, что в Ленинском районе частные дома преобладают над многоэтажными домами, в то время как в Октябрьском их вес либо одинаков, либо превосходит в сторону многоэтажных объектов. Плотность населения наоборот высокая в Ленинском районе и Советском, а низкая в Октябрьском. Это обусловлено тем, что площадь территории Октябрьского района больше, а Ленинского и Советского меньше. Жилые объекты Октябрьского района размещены в основном в центре района, большую часть территории занимают ТЭЦ, заводы, теплицы и т.д.

3.1.2 Пространственное моделирование плотности застройки территории города

3.1.2.1 *Моделирование плотности застройки микрорайонов города*

Для вычисления плотности застройки микрорайонов города была построена модель «Плотность застройки микрорайонов города» (рисунок 20).

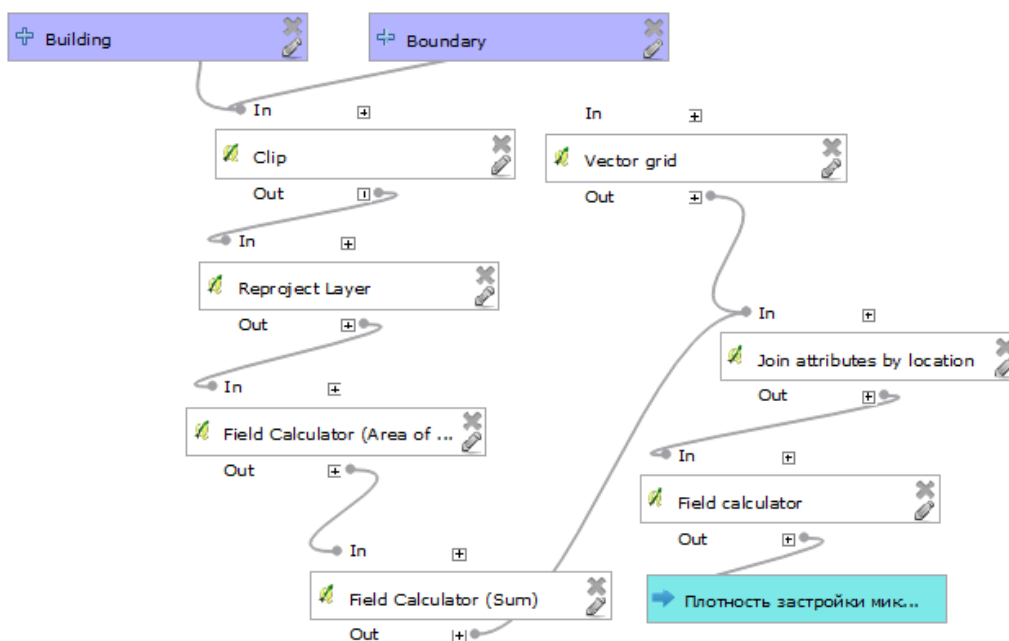


Рисунок 20 – Диаграмма модели геообработки «Плотность застройки микрорайонов города»

В качестве входных данных используются полигональные слои зданий и административных границ города. Для вычисления плотности застройки микрорайонов города использовались следующие алгоритмы:

- Clip – инструмент, который позволяет выполнить обрезку слоя по заданному охвату или с использованием слоя маски. Исходный слой (слой зданий), слой обрезки (слой административных границ).
- Reproject Layer – используется для перепроецирования выходного слоя. В качестве системы координат была выбрана географическая система WGS 84 UTM zones 45N.
- Field calculator (Area of objects, Sum) позволяет вычислить площадь зданий и суммарную поэтажную площадь зданий. Для вычисления площади зданий использовалась функция \$area, суммарная поэтажная площадь вычислялась как произведение площади здания на его этажность.
- В качестве микрорайонов города использовалось разбиение территории города на регулярную сеть (Vector grid).
- Join attributes by location позволяет присоединять объекты по местоположению. Для этого необходимо задать целевой векторный слой, слой

для объединения, геометрический предикат и статистику. Слой административных границ объединялся со слоем зданий, предикаты - пересекает и содержит, статистика – сумма. Результат слоя подсчет суммарной поэтажной площади внутри ячейки сетки.

– Field calculator позволяет вычислить плотность застройки микрорайонов. Определялась как отношение суммарной поэтажной площади объектов на единицу территории каждого микрорайона.

Результатом работы алгоритма является выходной слой «Плотность застройки микрорайонов города» (рисунок 21).

Для вычисления плотности застройки районов города использовалась та же модель что и для вычисления плотности застройки микрорайонов, но целевым слоем для алгоритма Join attributes by location был выбран слой административных границ города. Результат работы алгоритма представлен на рисунке 22.

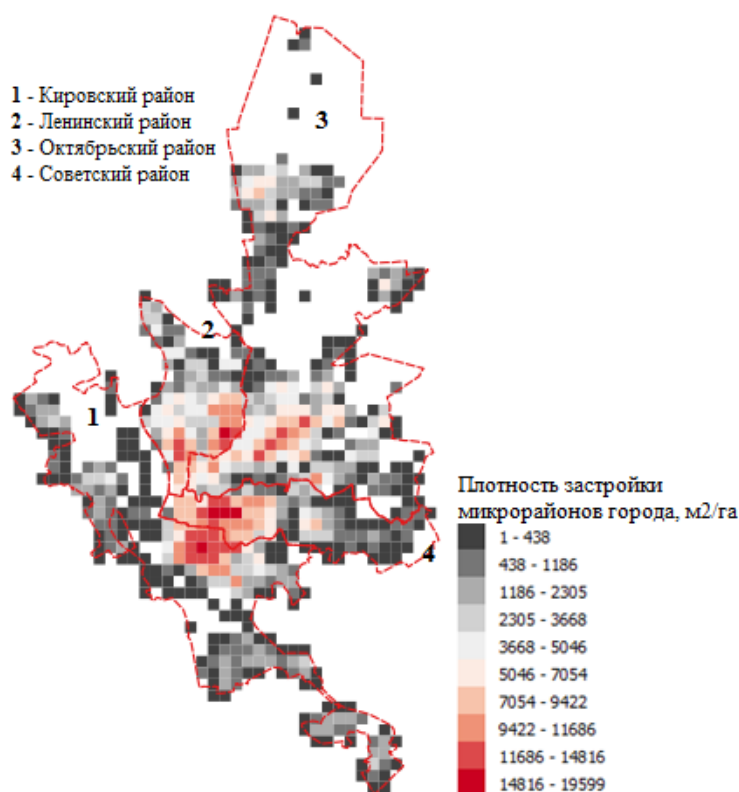


Рисунок 21 – Плотность застройки микрорайонов города

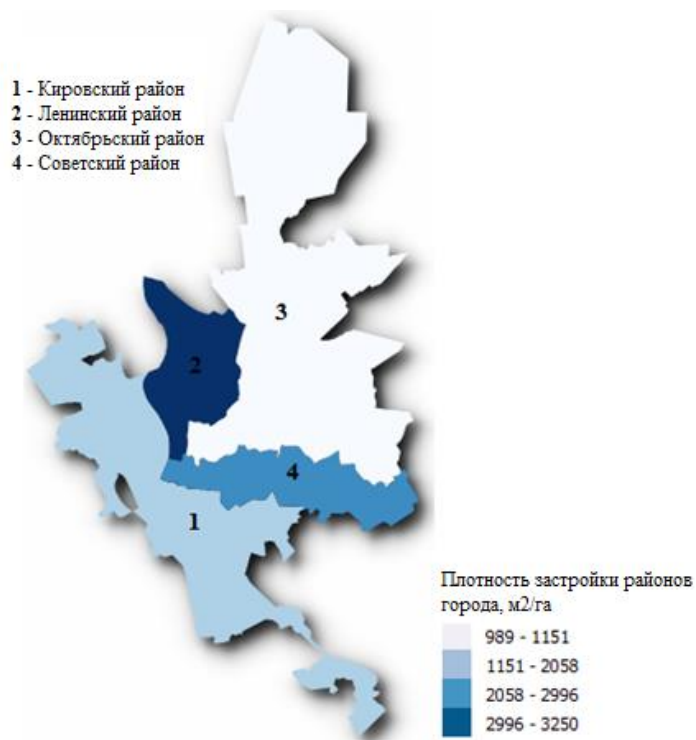


Рисунок 22 – Плотность застройки районов города

Таким образом, плотность застройки территории высокая для Ленинского района – 3000 м²/га, а низкая для Октябрьского района – 1000 м²/га. Несмотря на то, что Октябрьский район занимает большую часть территории города Томск (42% от общей площади) на его территории размещено всего 7972 объекта. Ленинский район в свою очередь занимает 14 % от общей площади территории и содержит 5285 объектов. Большая часть объектов города размещена в Кировском районе – 10858 объектов. В нем по большей части на окраинах районов преобладают частные объекты, вследствие чего, несмотря на большое количество объектов площадь застройки мала. Советский район содержит 6116 объектов и занимает 14 % площади территории.

Плотность застройки высокая для микрорайонов Южная, для микрорайона в границах проспекта Ленина и Кирова, улиц Нахимова, Красноармейская, Елизаровых, Усова и Учебная. Микрорайонов Каштак, Черемошники и Радужный, микрорайоны Высотный, 2,3 и 4 микрорайоны по Иркутскому тракту. Вдоль проспекта Фрунзе и проспекта Комсомольского, а также улицы Красноармейская. Этот показатель находится в диапазоне от 7 до 19 тысяч м²/га.

3.1.3 Пространственное моделирование доступности социальных услуг для населения города

В рамках ВКР рассматривалась физическая доступность социальных услуг для объектов города (жилые дома, микрорайоны и районы), а именно доступность по расстоянию (удаленности от жилых объектов). Все объекты инфраструктуры были распределены на пять категорий: образование, здравоохранение, торговля, культура и отдых. Каждой категории был задан свой весовой коэффициент и радиус доступности. Коэффициент важности для объектов образования и здравоохранения равен единице, торговли восемь десятых, культуры и спорта одна вторая. Максимальный радиус доступности для объектов образования и здравоохранения – 3000м, торговли – 4000м, культуры и спорта – 5000м.

Те объекты инфраструктуры, которые удалены от объектов на радиус больше допустимого, отсекаются и считаются недоступными, и, следовательно, никакого влияния на объект не оказывают.

3.1.3.1 Моделирование доступности социальных услуг для жилых объектов города

Для вычисления доступности услуг для жилых объектов города учитывались удаленность жилых объектов до объектов инфраструктуры, от центра города, влияние локальных преград (гидросети, трамвайных и железнодорожных путей, водоемов) и физическое состояние жилых объектов.

Для вычисления удаленности объектов инфраструктуры от жилых домов была построена модель геообработки (рисунок 23)

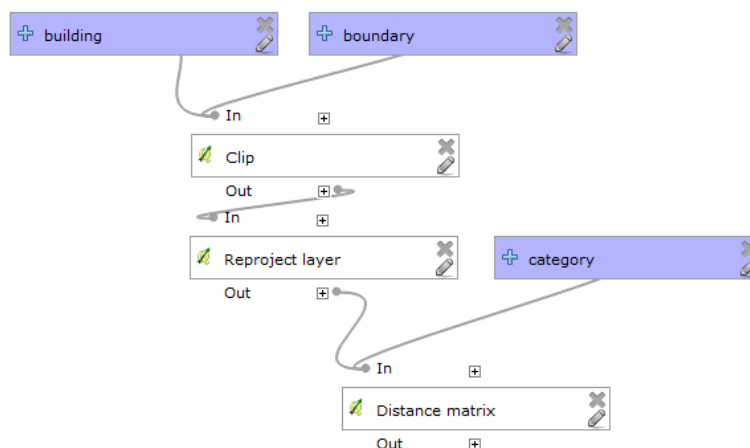


Рисунок 23 – Диаграмма модели вычисления расстояний между объектами

Результатом работы модуля является выходной табличный слой в формате .csv. Таким образом, были рассчитаны расстояния между слоем, содержащим данные о жилых объектах города и слоями содержащими данные об объектах инфраструктуры.

Пример выходного слоя модуля представлен на рисунке 24.

	InputID	TargetID	Distance
0	{370f0ec2-a88a-...	{3390755c-8b41...	706.141504347
1	{370f0ec2-a88a-...	{6958edcd-451c-...	997.177936001
2	{370f0ec2-a88a-...	{1800461f-df40-...	1003.00608916
3	{370f0ec2-a88a-...	{809624e6-98cc-...	1043.45783832
4	{370f0ec2-a88a-...	{a78b77b4-17a2-...	1321.80559728
5	{370f0ec2-a88a-...	{6f823adb-e22e-...	1375.27013442
6	{370f0ec2-a88a-...	{f7f44a12-c8f7-...	1523.511501
7	{370f0ec2-a88a-...	{d3002173-4b9d-...	1576.65682602

Рисунок 24 – Результат работы модуля «Distance matrix»

Город Томск, в условиях поставленной задачи, рассматривался как полицентричный. Данные о центрах районов были получены с помощью API-запроса к картографическому сервису OSM. Для вычисления удаленности от центра города использовалась та же модель, что и для вычисления расстояний между жилыми объектами и объектами инфраструктуры. Весь диапазон полученных расстояний был разделен на интервалы, каждому из которых был задан весовой коэффициент. Коэффициент удаленности жилых объектов от центра города представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Коэффициент удалённости жилых объектов от центра города

Удаленность, м	Коэффициент
< 3000	1
3000 - 7000	0.8
7000 - 10000	0.5
> 10000	0

На жилой объект города влияние также оказывают и различные источники шума (трамвайные и железнодорожные пути), загрязнений (водоемы, гидросети) и т.д. Анализ влияния данных факторов осуществлялся с использованием инструмента геообработки «Буферные зоны». Согласно нормативам застройки минимальным расстоянием для строительства объектов вблизи водных объектов является расстояние от 50 метров. Максимальная удаленность зависит от их протяженности. В рамках решения данной задачи оно задавалось эвристически и варьируется от 100 до 300 метров. Если объект попадает в зону с минимальным радиусом, то его весовой коэффициент равен единице, если с максимальным одна вторая.

Для учета физического состояния объекта использовался инструмент «Пространственный запрос» операция пересечения. Объекты слоя «Аварийные дома» пересекающие объекты слоя «Жилые дома» исключались из рассмотрения, поскольку официально являются непригодными для проживания и подлежат сносу, следовательно, нецелесообразно учитывать их в оценке доступности. Оценка доступности вычислялась исходя из предположения, чем дальше объект инфраструктуры находится от жилого объекта, микрорайона и района тем меньшее влияние и вес он на него оказывает. Для каждого жилого объекта была вычислена доступность объектов каждой из категорий.

Просуммировав показатели всех факторов влияния, был вычислен общий индекс доступности услуг для жилых объектов города, результат визуализирован на карте города (рисунок 25), с использованием метода диапазонов.

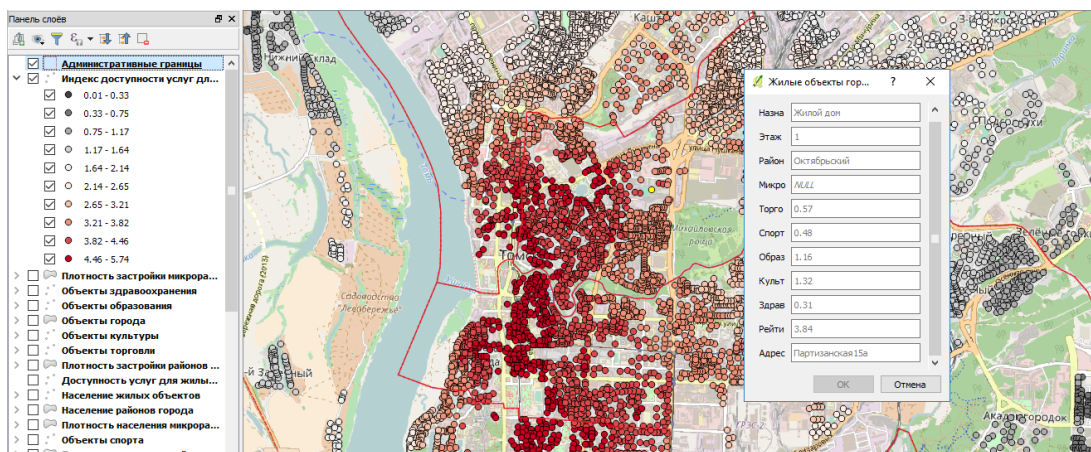


Рисунок 25 – Доступность социальных услуг для жилых объектов

Как видно из рисунка 25 максимальный индекс доступности у объектов, размещенных вдоль проспекта Ленина, Фрунзе и Кирова, а также улиц Учебной, Сибирской, Алтайской и Пушкина, микрорайонов Каштак, Болото (Загорное предместье).

3.1.3.2 Моделирование доступности социальных услуг для микрорайонов города

Алгоритм вычисления доступности услуг для микрорайонов и районов города аналогичен алгоритму вычисления для жилых объектов. С помощью инструмента обработки геометрии QGIS «Центроиды полигонов» для каждой ячейки сетки был найден ее центр. Для каждого центра района или микрорайона рассчитывалась удалённость до объектов инфраструктуры. Результат работы алгоритма был визуализирован на карте города. Результат доступности социальных услуг для микрорайонов города представлен на рисунках 26-30.

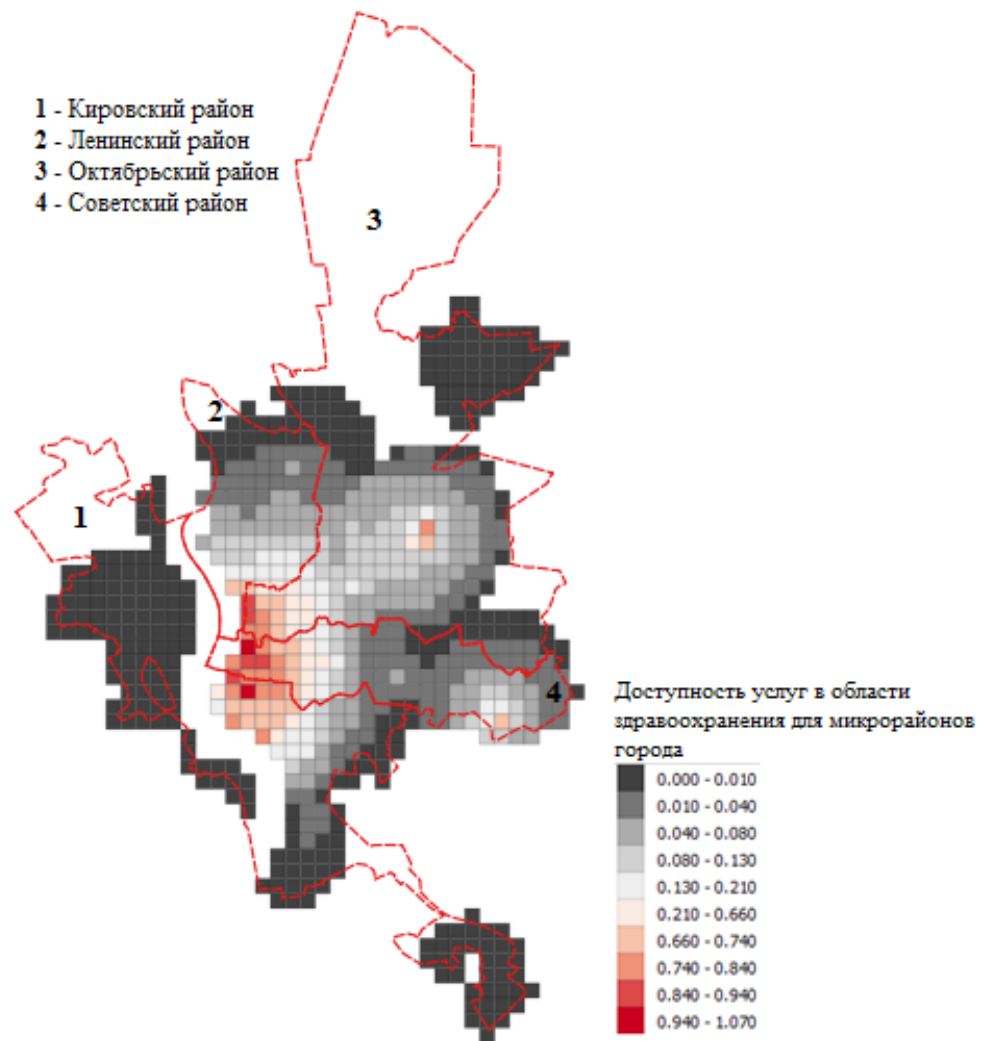


Рисунок 26 – Доступность услуг в области здравоохранения для микрорайонов города

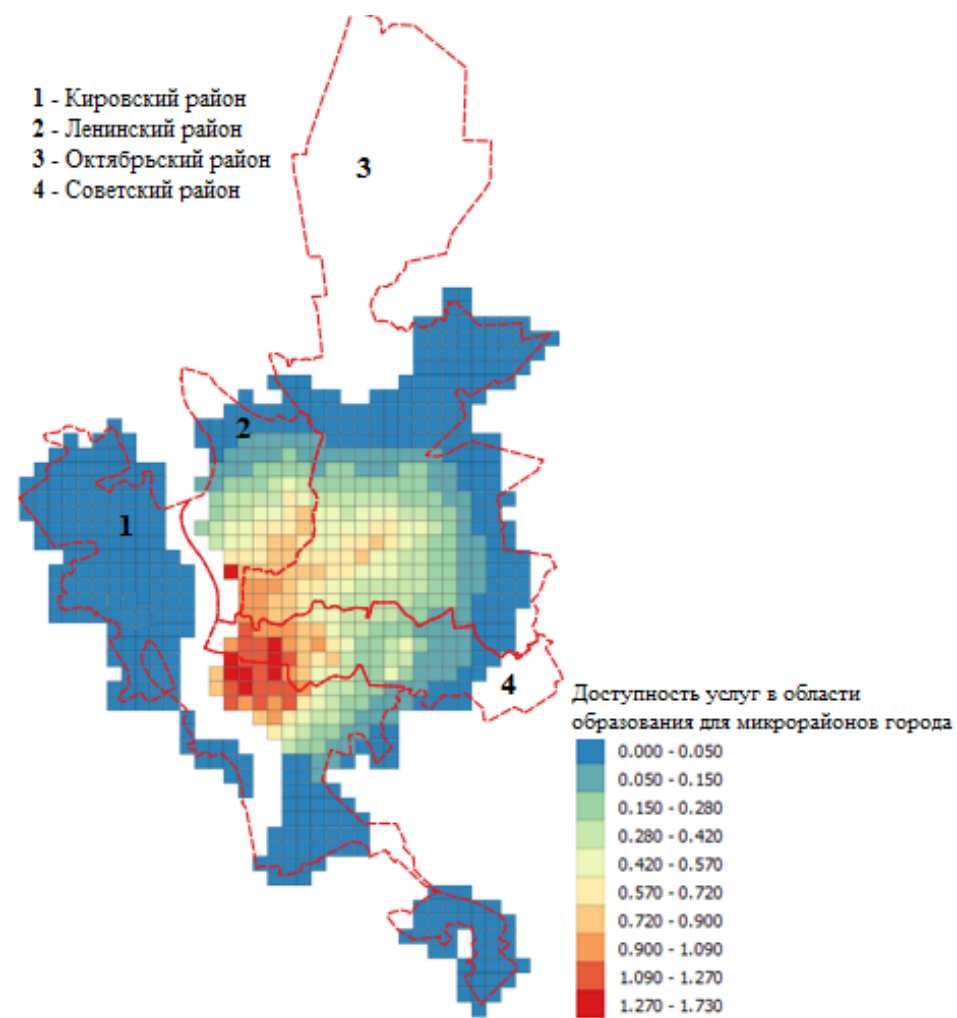


Рисунок 27 – Доступность услуг в области образования для микрорайонов города

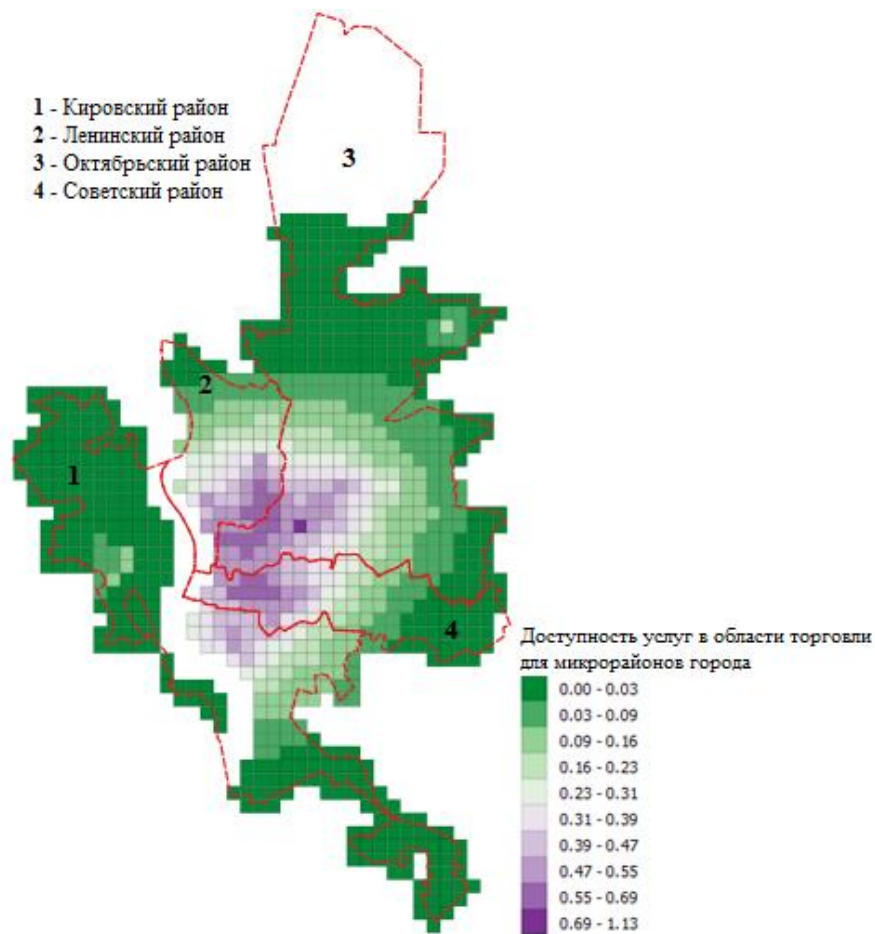


Рисунок 28 – Доступность услуг в области торговли для микрорайонов города

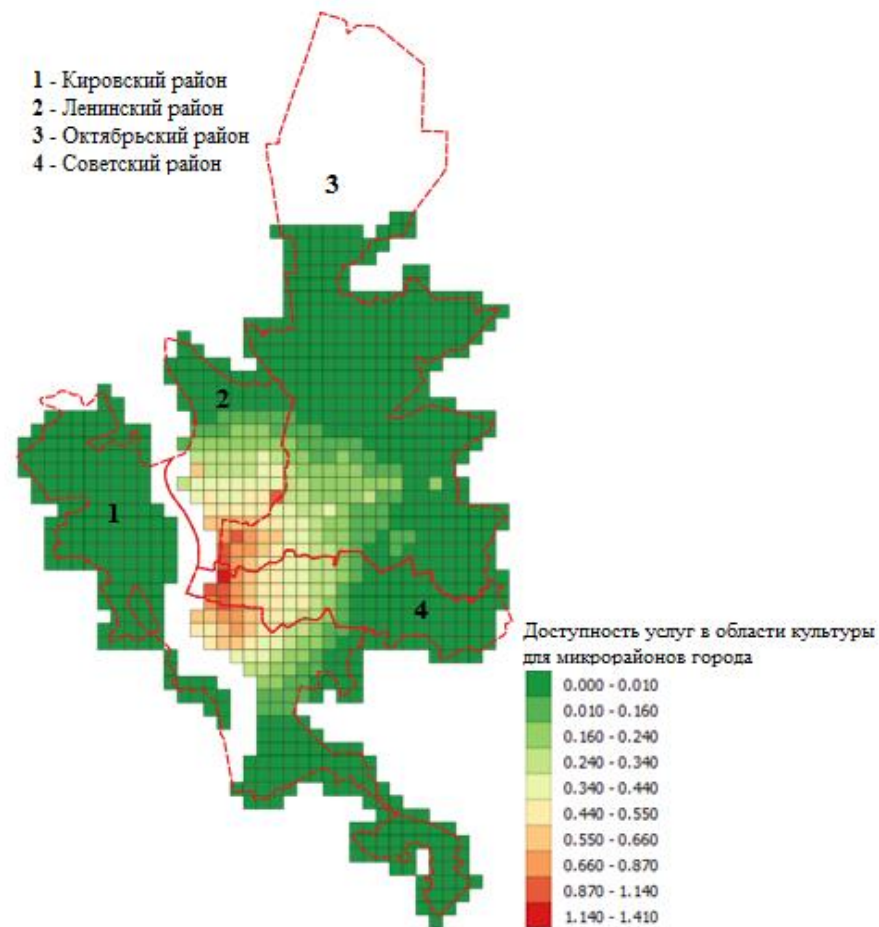


Рисунок 29 – Доступность услуг в области культуры для микрорайонов города

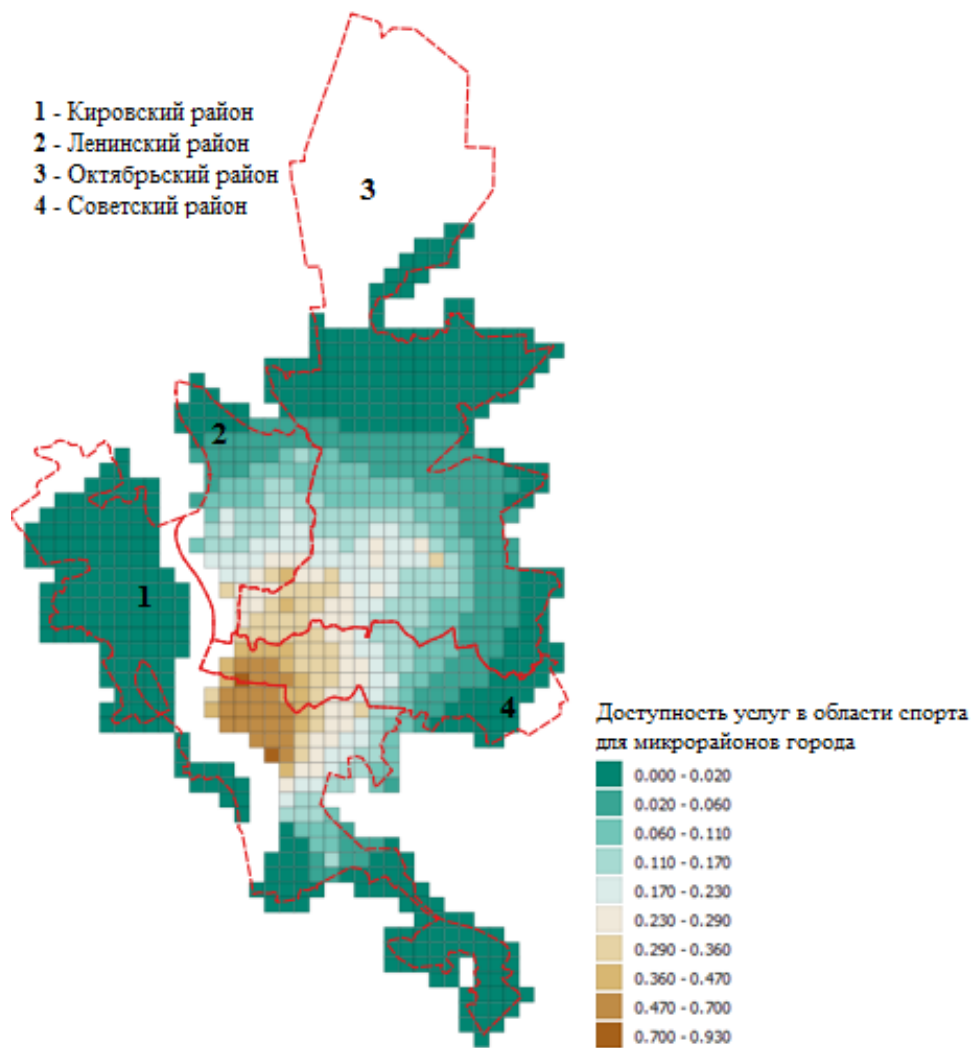


Рисунок 30 – Доступность услуг в области спорта для микрорайонов города

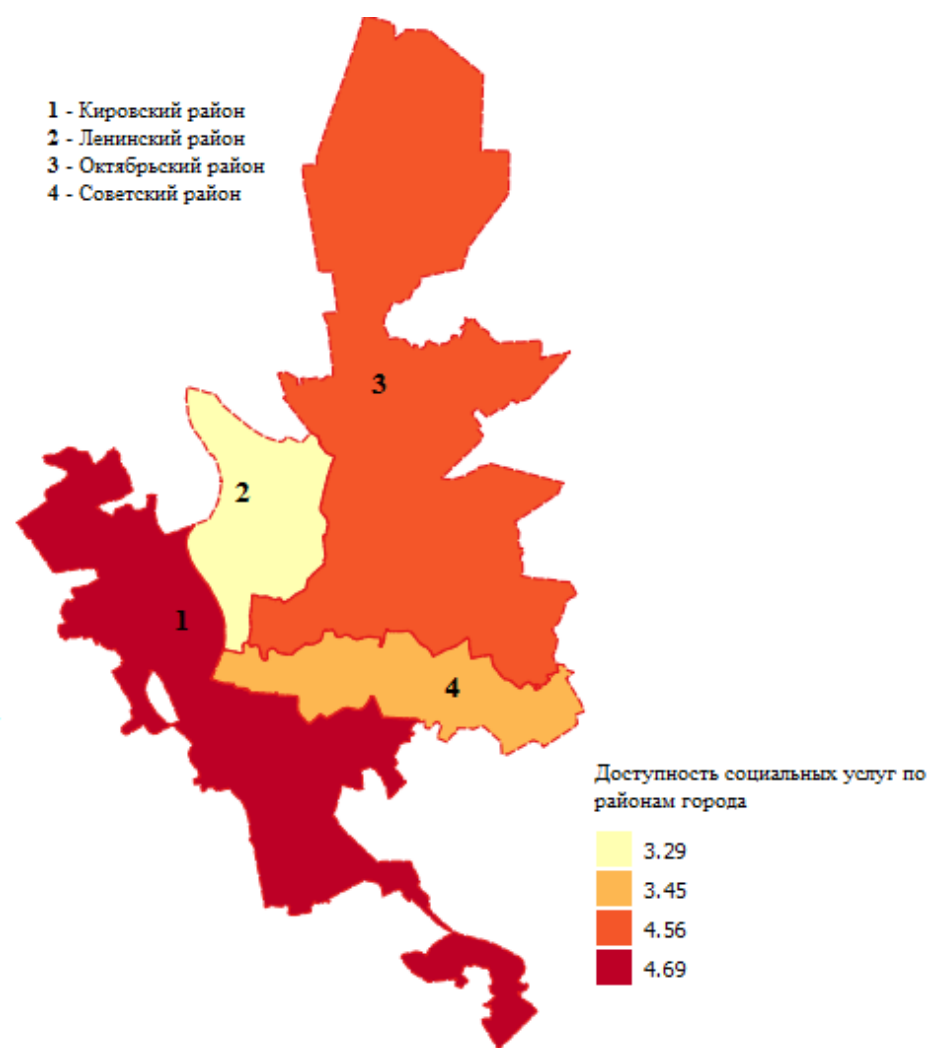


Рисунок 31 – Доступность социальных услуг по районам города

Таким образом, как видно из рисунков 26-30 услуги в области здравоохранения наиболее доступны для жителей микрорайона Нижняя Елань, Уржатка, Болото и Телецентр, а также микрорайона Черемушки и поселка Заварзино. Услуги в области культуры доступны для микрорайонов Черемошники, Каштак, Болото и Телецентр, Уржатка, Нижняя Елань. Показатель доступности услуг в области образования высокий для микрорайонов Черемошники, Каштак, Болото, Уржатка, Телецентр, 2 и 3 микрорайоны по Иркутскому тракту, Верхняя и Нижняя Елань, Южная. Доступность услуг в области спорта высокая для микрорайонов Верхняя и Нижняя Елань, Телецентр, Черемушки и Южная. Услуги в области торговли наиболее доступны для микрорайонов Каштак, Телецентр, Высотный, Нижняя Елань.

Как видно из рисунка 31 объекты инфраструктуры каждой из категорий наиболее доступны для Кировского и Октябрьского районов. Доступность услуг для Ленинского района преобладает в категориях услуг торговли, культуры, образования и здравоохранения над показателями услуг Советского района. Однако доступность услуг в сфере спорта в Советском районе выше, чем в Ленинском районе.

3.1.4 Выводы по задачам

Согласно полученным результатам анализа доступности социальных услуг, можно заметить, что все объекты инфраструктуры сконцентрированы в центре города и работают на все население. Согласно этому кажется, что доступность социальных услуг хорошая для населения Кировского и Октябрьского районов. Однако если посмотреть на доступность услуг для микрорайонов города можно увидеть, что для многих микрорайонов Кировского района, а именно тех, что расположены на его окраинах, доступность услуг либо низкая, либо вообще отсутствует. Это говорит о том, что недостаточно имеющихся объектов инфраструктуры, для обеспечения всего населения района услугами. Аналогично можно сказать и об Октябрьском районе. Если посмотреть на численность населения Ленинского и Советского

районов и доступность услуг для них, можно заметить, что услуг для обеспеченности населения этих районов достаточно, так как население пользуется услугами либо теми, что размещены в этом же районе, либо в центральном.

На основе полученных результатов анализа можно сделать вывод, что торговля в Томске находится на высоком уровне. Объектов торговли достаточно для обеспечения услугами всех районов города, даже таких отдаленных территорий как поселок Тимирязевское и поселок Светлый.

3.2 Интерактивная карта города

В среде QGIS была реализована интерактивная карта города, к которой был предоставлен веб-доступ. Карта показывает обеспеченность территориальных единиц города социальными услугами. В качестве подложки использовалась карта OSM. Интерфейс карты представлен на рисунке 32.

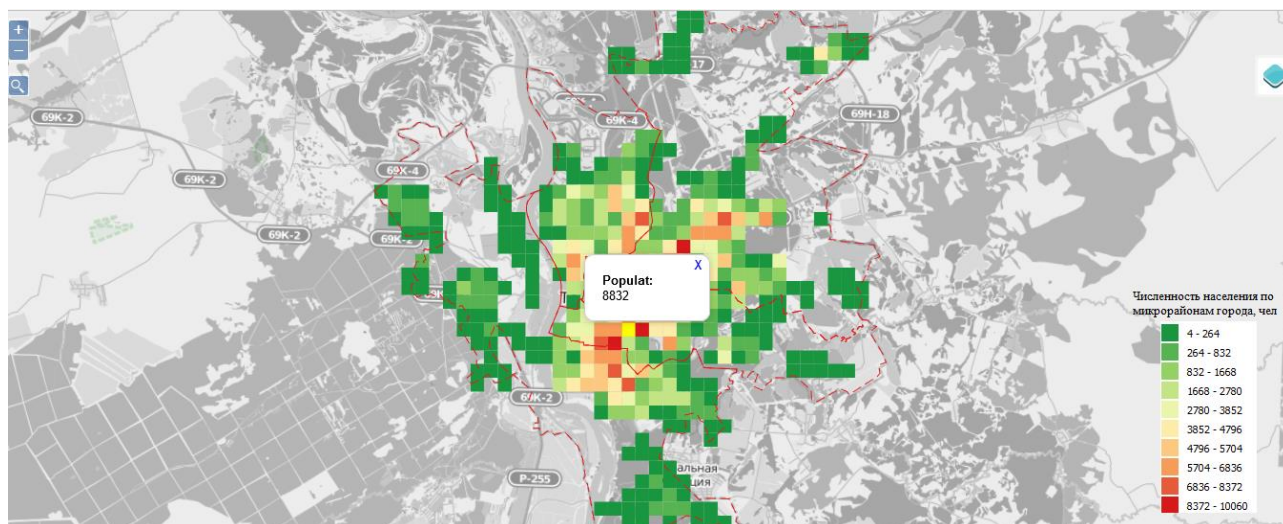


Рисунок 32 – Интерактивная карта города

В верхнем левом углу расположены кнопки регулирования масштаба, а также кнопка поиска. Поиск осуществляется по адресу объекта. В правом верхнем углу расположена кнопка управления слоями. На данный момент доступно 16 тематических слоев (рисунок 33). Также настроена генерализация

карты, для лучшего восприятия информации на карте. При наведении на участок карты появляется соответствующая атрибутивная информация.

- Административные границы
- Объекты города
- Плотность застройки микрорайонов города
- Плотность застройки районов города
- Население жилых объектов
- Население микрорайонов города
- Численность населения по районам города
- Плотность населения микрорайонов города
- Плотность населения по районам города
- Доступность услуг для жилых объектов города
- Доступность услуг в области здравоохранения по микрорайонам города
- Доступность услуг в области образования по микрорайонам города
- Доступность услуг в области торговли по микрорайонам города
- Доступность услуг в области спорта по микрорайонам города
- Доступность услуг в области культуры по микрорайонам города
- Доступность социальных услуг для районов города

Рисунок 33 – Управление слоями карты

Интерактивная карта может быть полезна любому пользователю как для решения личных, так и для решения задач профессиональной деятельности. Например, пользователь при выборе будущего места жительства с помощью кнопки управления слоями подключает слой доступности социальных услуг для территории города. В поле поиска он может ввести адрес предполагаемого места жительства, на карте искомый объект будет выделен. При наведении на этот объект появляется информация о данном объекте, которая содержит наименование объекта, его этажность, численность населения, а также доступность для него социальных услуг (каждой из категорий).

Для специалистов в области градостроительства данный сервис будет полезен при проектировании строительства нового социального объекта. Для этого необходимо выбрать категорию услуг и подключить необходимый слой. Также можно подключить слой с численностью населения для каждого жилого объекта и слой с объектами инфраструктуры выбранной категории, исходя из этого, визуально, можно будет оценить возможные границы размещения социального объекта.

ЗАДАНИЕ

для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа 8ИМ5Б	ФИО Паршина Ольга Вячеславовна
------------------------	--

Институт Уровень образования	Институт кибернетики магистр	Кафедра Направление/специальность	ИСТ 09.04.02
--	--	---	------------------------

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	...
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	...
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	...
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	...
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Перечень работ и продолжительность их выполнения</i> 2. <i>Трудозатраты на выполнение проекта</i> 3. <i>Линейный график работ</i> 4. <i>Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа</i> 5. <i>Расчет затрат на материалы</i> 6. <i>Затраты на заработную плату</i> 7. <i>Затраты на электроэнергию технологическую</i> 8. <i>Смета затрат на разработку проекта</i> 9. <i>Оценки научно-технического уровня НИР</i> 	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Организация и планирование работ

Таблица 4.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 40%
Поиск аналогов и обсуждение их достоинств и недостатков	НР, И	НР – 20% И – 100%
Выбор программного обеспечения	НР, И	НР – 40% И – 80%
Получение исходных данных	И	И – 100%
Разработка интерактивной карты города	И	И – 100%
Интеллектуальный анализ данных	И	И – 100%
Тестирование и отладка	НР, И	НР – 30% И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

Для выполнения перечисленных в таблице 4.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель ВКР;
- научный руководитель.

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статистическим методом экспертным способом по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (4.1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (4.2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних на соблюдение предварительно определенных длительностей, в рамках данной ВКР установим $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_{Д} = 1,1$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (4.3)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях. Он рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (4.4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни, $T_{КАЛ} = 365$;

$T_{ВД}$ – выходные дни, $T_{ВД} = 52$;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, $T_{ПД} = 10$.

Подставив значения в формулу 4.4, получим следующий результат:

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205.$$

Таблица 4.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	T _{рд}		T _{кд}	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач	НР	2	4	2,8	3,08	–	3,69	–
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	4	7	5,6	6,16	0,62	7,39	0,74
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	11	13	11,8	3,89	12,98	4,67	15,58
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,08	1,23	3,7	1,48
Поиск аналогов и обсуждение их достоинств и недостатков	НР, И	3	7	4,6	1,01	5,06	1,21	6,07
Выбор программного обеспечения	НР, И	3	5	3,8	1,67	3,34	2	4
Получение исходных данных	И	2	4	2,8	–	3,08	–	3,7
Разработка интерактивной карты города	И	32	35	33,2	–	36,52	–	43,82
Интеллектуальный анализ данных	И	5	9	6,6	–	7,26	–	8,71
Тестирование и отладка	НР, И	2	5	3,2	1,06	3,52	1,27	4,22
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	5	7	5,8	–	6,38	–	7,66

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Т _{рд}		Т _{кд}	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оформление графического материала	И	2	4	2,8	–	3,08	–	3,7
Подведение итогов	НР, И	2	5	3,2	2,11	3,52	2,53	4,22
Итого:				89	22,06	86,59	26,46	103,9

Таблица 4.3 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	3,69	–	■												
2	7,39	0,74	■	■											
3	4,67	15,58		■	■	■									
4	3,7	1,48				■	■								
5	1,21	6,07					■	■							
6	2	4						■	■						
7	–	3,7							■	■					
8	–	43,82							■	■	■	■	■		
9	–	8,71											■	■	
10	1,27	4,22											■	■	
11	–	7,66												■	■
12	–	3,7													■
13	2,53	4,22													■

НР – ; ■ ■

4.1.2 Расчет накопления готовности проекта

В данном пункте будет описан расчет текущих состояний работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Степень готовности определяется формулой (4.5)

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{kj}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{kj}}, \quad (4.5)$$

где $ТР_i^H$ – накопленная трудоемкость i -го этапа проекта по его завершении;

$ТР_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;

$ТР_k$ – трудоемкость k -го этапа проекта, $k = \overline{1, i}$;

$ТР_{kj}$ – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на k -м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в данной работе $m = 2$, так как в разработке проекта участвуют научный руководитель и исполнитель.

Применительно к таблице (4.2) величины $ТР_{ij}$ ($ТР_{kj}$) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $ТР_{общ.}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета $ТР_i$ (%) и $СГ_i$ (%) на основе этих данных содержится в таблице (5.4).

Таблица 4.4 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$ТР_i$, %	$СГ_i$, %
Постановка целей и задач	2,83	2,83
Составление и утверждение ТЗ	6,24	9,07
Подбор и изучение материалов по тематике	15,52	24,59
Разработка календарного плана	3,96	28,55
Поиск аналогов и обсуждение их достоинств и недостатков	5,58	34,13
Выбор программного обеспечения	4,61	38,74
Получение исходных данных	2,83	41,57

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
Разработка интерактивной карты города	33,61	75,18
Интеллектуальный анализ данных	6,82	82
Тестирование и отладка	4,21	86,21
Оформление расчетно-пояснительной записки	5,87	92,08
Оформление графического материала	2,83	94,91
Подведение итогов	5,18	100,00

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Разработка интерактивной карты велась с использованием бесплатного программного обеспечения, на домашнем компьютере и без аренды помещения. Поэтому расчет сметной стоимости выполнения проекта будет производиться по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные начисления;
- оплата услуг связи;
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов будем относить стоимость материалов, которые были использованы во время разработки проекта, а также стоимость дополнительных

Таблица 4.5 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	290	1 уп.	290
Тонер для принтера	250	1 шт.	250
Исходные данные	1000	1 шт.	1000
Итого:			1540

Транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны

$$C_{\text{мат}} = 1540 * 1,05 = 1617 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расчет заработной платы

Заработная плата рассчитывается на основе суммы заработной платы исполнителя и научного руководителя исходя из трудоемкости каждого этапа и занятости каждого из них на данном этапе. Величина месячного оклада научного руководителя ($MO_{\text{НР}}$) получена из открытых данных, размещенных на официальном сайте Национального исследовательского Томского политехнического университета. Величина месячного оклада инженеров ($MO_{\text{И}}$) берется как месячный оклад инженера кафедры.

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/N, \quad (4.6)$$

где MO – месячный оклад, руб.;

N – количество рабочих дней в месяц, при шестидневной рабочей неделе –

$N = 24,91$, а при пятидневной рабочей неделе – $N = 20,58$.

Среднедневная тарифная заработная плата научного руководителя равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{23264,86}{24,91} = 933,96 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}$$

А среднедневная тарифная заработная плата инженеров равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{7864,11}{20,58} = 382,12 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}$$

Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях взяты из таблицы 4.2. Для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо будет тарифную сумму заработка исполнителя, связанной с участием в проекте умножить на интегральный коэффициент. Интегральный коэффициент находится по формуле:

$$K_{и} = K_{пр} \cdot K_{доп.ЗП} \cdot K_{р}, \quad (4.7)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент премий, $K_{пр} = 1,1$;

$K_{доп.ЗП}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, при шестидневной рабочей неделе $K_{доп.ЗП} = 1,188$, а при пятидневной рабочей неделе $K_{доп.ЗП} = 1,113$;

$K_{р}$ – коэффициент районной надбавки, $K_{р} = 1,3$.

Результаты вычислений представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	ЗП _{дн-т} , руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффи циент	Фонд з/платы, руб.
НР	23264,86	933,96	22	1,699	34909,56
И	7 864,11	382,12	86	1,62	53236,96
Итого:					88146,52

4.2.3 Расчет взноса в социальные фонды

Взнос в социальные фонды установлен в размере 30,2% от заработной платы. Размер взноса рассчитываются по формуле:

$$C_{соц} = C_{ЗП} \cdot 0,302, \quad (4.8)$$

где $C_{ЗП}$ – размер заработной платы.

Подставив необходимые значения в формулу 4.8 получим:

$$C_{соц} = 88146,52 \cdot 0,302 = 26620,25 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (4.9)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час. Для ТПУ $C_{\text{э}} = 5,782$ руб./кВт · час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4.2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (4.10)$$

где K_t – коэффициент использования оборудования по времени, $K_t = 0,9$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \cdot K_C, \quad (4.11)$$

где K_C – коэффициент загрузки. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Таблица 4.7 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер инженера	623,45	0,09	324,43
Итого:			324,43

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

Для расчета амортизационных расходов используется формула:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_A \cdot C_{\text{об}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_D}, \quad (4.12)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, стоимость ПК инженера – 21800 руб.;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта,
 $t_{рф} = 86 \cdot 8 = 688$ часа;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, $F_{д} = 299 \cdot 8 = 2392$ часа.

N_A определяется по формуле:

$$N_A = \frac{1}{CA}, \quad (4.12)$$

где CA – срок амортизации, который можно получить из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы» Для электронно-вычислительной техники CA свыше 2 лет до 3 лет включительно. В данной работе примем $CA=2,5$ года. Тогда

$$N_A = \frac{1}{2,5} = 0,4.$$

Таким образом,

$$C_{AM}(ПК1) = \frac{0,4 \cdot 21800 \cdot 688 \cdot 1}{2392} = 2508,09 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 2508,09 руб.

4.2.6 Расчет расходов на услуги связи

Расходы на услуги связи определены наличием подключения к сети Интернет на ПК, которые использовались в данной работе.

Ежемесячная оплата, согласно тарифу ТРUnet, составляет 350 рублей. В соответствии с таблицей 4.2, трудоемкость выполняемой задачи составляет четыре календарных месяца. Таким образом, сумма расходов на услуги связи составляет $4 \cdot 350 = 1400$ руб. Общая сумма расходов $C_{св} = 1400$ руб.

4.2.7 Расчет прочих расходов

Прочие расходы следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов. Они находятся по формуле:

$$C_{проч} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{AM} + C_{св}) \cdot 0,1, \quad (4.13)$$

где $C_{мат}$ – расходы на материалы, руб.;

$C_{ЗП}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ –взнос в социальные фонды, руб.;

$C_{эл.об.}$ – расходы на электроэнергию, руб.;

$C_{АМ}$ – амортизационные расходы, руб.;

$C_{св}$ – расходы на услуги связи, руб.

Подставив полученные выше результаты, получим:

$$C_{проч}=(1540+88146,52+23799,56+324,43+2508,09+1400) \cdot 0,1= 11771,86 \text{ руб.}$$

4.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость разрабатываемой интерактивной карты города.

Таблица 4.8 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	1540
Основная заработная плата	$C_{ЗП}$	88146,52
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	26620,25
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.об.}$	324,43
Амортизационные отчисления	$C_{АМ}$	2508,09
Расходы на услуги связи	$C_{св}$	1400
Прочие расходы	$C_{проч}$	11771,86
Итого:		132311,2

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 132311,2$ руб.

4.2.9 Расчет прибыли

Проект не ставит перед собой задачи получения экономической прибыли и носит социальный характер. Основной целью проекта является:

– помощь в принятии решений специалистами в области градостроительства;

– анализ доступности социальных услуг для населения.

Данный проект может быть полезен любому пользователю, от простого жителя города до органов местного самоуправления.

Прибыль от реализации проекта составляет 20% от расходов на разработку проекта и равна 26462,24 руб.

4.2.10 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(132311,2 + 26462,24) \cdot 0,18 = 28579,22$ руб.

4.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{\text{НИР(КР)}} = 132311,2 + 26462,24 + 28579,22 = 187352,66$ руб.

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

В рамках данной работы оценить экономическую эффективность проекта невозможно.

4.3.1 Определение срока окупаемости

Срок окупаемости используется, как показатель эффективности проекта. Чем меньше срок окупаемости, тем эффективнее проект. Для расчета используется формула:

$$PP = \frac{C}{PP_{\text{ч}}}, \quad (4.13)$$

где C – затраты на разработку, руб.;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль, руб.

Подставив полученные выше результаты, получим:

$$PP = \frac{132311,2}{26462,24} = 5 \text{ лет.}$$

Следует отметить, что основное направление данной работы не получение коммерческой выгоды, а достижение социального экономического эффекта, что и обуславливает высокий срок окупаемости.

4.3.2 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (4.13)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Новая	7	Оценка доступности социальных услуг для населения города и плотности городской застройки

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Интеллектуальный анализ данных, поиск закономерностей размещения объектов в пространстве и поиск новых знаний
0,5	Возможность реализации	От 5 до 10 лет	4	Интерактивный инструмент принятия решений в области градостроительства

Интегральный показатель научно-технического уровня для данного проекта составляет:

$$I_{НТУ} = 0,4 \cdot 7 + 0,1 \cdot 6 + 0,5 \cdot 4 = 5,4.$$

По полученным данным можно сделать вывод, что проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна

Институт	ИК	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.02

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования являются пространственные данные. Целью магистерской диссертации является анализ пространственных данных и создание на их основе интерактивной карты города, которая позволит наглядно оценить плотность городской застройки, оценить доступность услуг для жителей города, а также выявить какие районы города являются благоприятными для проживания. Сервис выступит как инструмент для принятия решений специалистами в области градостроительства, а также будет полезен любому жителю или гостю города.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p>	<p>Производственная безопасность на стадии разработки и эксплуатации интерактивной карты города и проведения интеллектуального анализа данных. 1.1 К группе вредных факторов отнесены: – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Недостаточная освещенность рабочей зоны. 1.2 К группе опасных факторов отнесены: – Опасность поражения электрическим током; – Опасность возникновения пожара; – Завышение рейтинга жилых объектов; – Игнорирование норм и правил застройки городской территории.</p>
<p>2. Экологическая безопасность: 2.1 Анализ воздействия объекта исследования на окружающую среду; 2.2 Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду: – Образование мусора; – Утилизация компьютерной техники; – Игнорирование норм и правил застройки городской территории. 2.2 Мероприятия по защите окружающей среды согласно нормативным документам: – СанПиН 2.1.7.1322-03; – Постановление Правительства РФ</p>

	от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 3.2 Выбор наиболее типичной ЧС; 3.3 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	3.1 Возможные чрезвычайные ситуации при разработке и эксплуатации проектируемого решения: – Пожар; – Поражение электрическим током; – Социальная чрезвычайная ситуация (терроризм). 4.1 Типичная чрезвычайная ситуация: – Социальная чрезвычайная ситуация (терроризм). 4.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий: – Мероприятия по предотвращению социальных чрезвычайных ситуаций.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ согласно следующим документам: – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015); 4.2 Влияние сервиса «Интерактивная карта города» на организационно-правовые вопросы: – Наглядное представление демографической и территориальной информации г. Томск; – Экономия человеческих ресурсов; – Экономия времени и денежных средств.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ЭБЖ	Акулов Петр Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна		

5 Социальная ответственность

Разработанный в рамках магистерской диссертации проект является картографическим сервисом, который предназначен для анализа пространственных данных и решения задач городских ГИС. Проект не ставит перед собой задачи получения экономической прибыли и носит социальный характер. Данный сервис позволит наглядно оценить размещение населения на территории города, плотность городской застройки, доступность услуг для жителей города, а также выявить какие районы города являются благоприятными для проживания. Инструмент может быть полезен любой категории пользователей, от простых жителей города до органов местного самоуправления, а также использоваться как для решения личных задач, так и для решения задач в областях профессиональной деятельности.

Разработка картографического сервиса осуществлялась посредством использования вычислительной техники, а именно персонального компьютера и периферийных устройств. Как известно, их использование накладывает целый ряд неблагоприятных факторов на человека, что способствует снижению производительности его труда, может стать источников развития разного рода заболеваний и нанести существенный урон здоровью человека.

Таким образом, данный раздел посвящен анализу вредных и опасных факторов производственной среды, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье и состояние, как разработчика, так и пользователей разработанного сервиса.

5.1 Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме [19].

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизические.

В рамках ВКР, целесообразнее всего рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные производственные факторы, характерные как для рабочей зоны программиста, как разработчика проекта, так и для рабочей зоны пользователя готового продукта – любого пользователя сервиса (житель города, турист, специалист и т.д.). В таблице 6.1 представлены выявленные факторы.

Таблица 5.1 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ [20]

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа за ПЭВМ.	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте; 2) Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1) Опасность поражения электрическим током; 2) Опасность возникновения пожара; 3) Завышение рейтинга жилых объектов; 4) Игнорирование норм и правил застройки городской территории.	1) СН 2.2.4/2.1.8.562-96; 2) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; 3) СП 52.13330.2011; 4) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ;

5.1.1 Вредные производственные факторы

5.1.1.1 *Повышенный уровень шума на рабочем месте*

Одной из важных характеристик производственных помещений является уровень шума. Рабочее помещение программиста имеет низкий общий уровень шума. Источником шумовых помех в данном случае могут стать сами программисты и различные устройства, такие как:

- вентиляторы на процессорах и видеокартах;
- жесткие диски;

- вентиляторы блоков питания;
- принтер;
- источники шума вне помещения.

Повышенный уровень шума ведет к быстрой утомляемости, к снижению внимания, к увеличению числа допускаемых ошибок и времени выполнения задания, а также уменьшает на 5-12% производительность труда, при длительном воздействии шума с уровнем звукового давления 80 дБ снижается производительность труда на 30-40% [21].

С целью обеспечения нормальной работы уровень шума нормируется. В помещениях с ПЭВМ вибрация не должна превышать установленных допустимых норм согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Нормы допустимого шума, вибрации, инфразвука приведены в таблице 6.2.

Таблица 5.2 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах программистов вычислительных машин [22]

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

- облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дБ);
- экранирование рабочего места (постановка перегородок, диафрагм);
- установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
- рациональная планировка помещения.

Для уменьшения шума персональные компьютеры могут комплектоваться корпусами с пониженным уровнем шума и жесткими дисками специальных «тихих» модификаций. В результате уровень звука работающей ПЭВМ не будет превышать 50 дБА.

5.1.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, возникающим при работе с ПЭВМ, уровни которого регламентируются СП 52.13330.2011.

Причиной недостаточной освещенности являются недостаточность естественного освещения, недостаточность искусственного освещения, пониженная контрастность.

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с дисплеем ПЭВМ и занимает от 80 % рабочего времени. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Излишне яркий свет снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения.

Разряд зрительных работ программиста и пользователя ПЭВМ относится к разряду III и подразряду г (работы высокой точности). В таблице 5.3 представлены нормативные показатели искусственного освещения при работах заданной точности.

Таблица 5.3 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ [23]

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		При системе общего освещения
						При системе комбинированного освещения	всего	
Очень высокой точности	От 1,5 до 0,3	II	г	Средний, большой	Светлый, средний	1000	200	300

Для создания и поддержания благоприятных условий освещения для разработчика сервиса, его рабочее место должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим правилам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Рабочее помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, соответствующее показателям, представленным в таблице 6.4. Для рассеивания естественного освещения следует использовать жалюзи на окнах рабочих помещений. В качестве источников искусственного освещения должны быть использованы люминесцентные лампы, лампы накаливания – для местного освещения [24].

5.1.2 Опасные производственные факторы

5.1.2.1 *Опасность поражения электрическим током*

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку пользователь ПЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Электрический ток может явиться причиной тяжелых несчастных случаев, большая часть которых происходит из-за пренебрежения к опасности, которую представляет собой электрический ток.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно. Помещение, где расположено рабочее место пользователя ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к

имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Основным организационным мероприятием по обеспечению безопасности является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- При производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки [23, 25].

5.1.2.2 Опасность возникновения пожара

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а также часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, или неправильная их эксплуатация может послужить причиной пожара.

Возможные виды источников воспламенения: искра при разряде статического электричества; искры от электрооборудования, ударов и трения, открытое пламя [26].

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения.

5.1.2.3 Завышение рейтинга жилых объектов

На рейтинг доступности услуг для жилых объектов оказывают влияние большое количество различных факторов, одним из которых является физическое состояние дома. Физическое состояние жилых объектов определяет их пригодность для проживания, степень ветхости, состояние несущих конструктивных элементов здания, соответствие их различным нормативам и современным требованиям. Так как для решения поставленных на ВКР задач используются открытые и бесплатные исходные данные, то информация об аварийном состоянии объектов является ограниченной и не может быть использована и отображена в готовом проектном решении в полной мере. Таким образом, из-за ограниченности исходных данных, оценка рейтинга доступности услуг для жилых объектов может быть вычислена для некоторых объектов пространства неверно. Рейтинг жилого объекта без учета физического

состояния объекта проживания может оказаться высоким, а на деле объект может находиться в аварийном или предаварийном состоянии. При эксплуатации готового программного решения, пользователь может принимать решения о выборе места для проживания на основе приведенной оценки объектов, что, может привести к негативным последствиям, а именно к травмам, вследствие обрушения здания или к заболеваниям, в силу плохих условий для проживания.

Данный рейтинг не является экспертным, поскольку не учитывает в полной мере все факторы влияния. Поэтому в качестве мер предотвращения подобных ситуаций рейтинг будет дорабатываться, будут получены и учтены данные об аварийном состоянии жилых объектов города.

5.1.2.4 Игнорирование норм и правил застройки городской территории

Проектное решение предназначено для помощи специалистам области градостроительства в принятии решений о застройке территории. На основе исходных данных подсчитывалась застройка городской территории, результатом является картограмма, которая отражает градостроительную ситуацию города и показывает каких из социальных услуг недостаточно в том или ином районе или микрорайоне города. Данный анализ не является экспертным, а лишь визуально показывает застройку и обеспеченность районов или микрорайонов социальными услугами. Для принятия решений такого масштаба важно учитывать ряд факторов и требований, таких как назначение и категория земельных участков, назначение, параметры и размещение объекта строительства и т.д. Одной из ошибок градостроительства является игнорирование норм и правил застройки городской территории, например игнорирование нормативов по расстоянию от лесного массива и водных объектов, что приводит к негативным и губительным последствиям. Размещение объектов вблизи водных объектов может привести к затоплению объекта, вследствие чего он может быть разрушен частично или полностью, что приведет к человеческим жертвам. Не редкостью является

возникновение пожаров в зонах лесных массивах. Строительство объектов вблизи них может привести к возгораниям, что также приведет к жертвам.

Использование земельного участка и строительство объекта не по целевому назначению приводит к уменьшению срока эксплуатации этого объекта, и может нанести существенный вред, как демографической ситуации города, так и экологической.

Для предотвращения последствий неправильной застройки территории города необходимо соблюдать нормативы и правила, регламентированные Земельным и Градостроительным кодексами.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта, а также самого продукта в результате его эксплуатации.

В ходе выполнения ВКР и дальнейшем использовании алгоритмов отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу, следовательно, загрязнение воздуха не происходит. Не происходит также и сбросов в водоемы, поэтому не оказывается никакого влияния на гидросферу.

Но непосредственно во время разработки сервиса образовывался мусор, такой как использованные аккумуляторы, канцелярские принадлежности и бумага.

Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема.

Строительство является одним из главных антропогенных факторов, влияющих на окружающую среду. Воздействие на окружающую среду происходит как во время самого строительства, так как оно нуждается в достаточном количестве сырья, стройматериалов, энергетических, водных и других ресурсах, так и при эксплуатации уже построенных объектов. Оно оказывает колоссальное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Разрушительное воздействие на атмосферу оказывают использование различной техники, машин и механизмов, которые являются источниками выбросов токсичных выхлопных газов, распыление сыпучих загрязняющих веществ, цемента, извести, сжигание различных отходов и остатков строительных материалов, приготовление различных изоляционных материалов и т.д.

Огромный урон экологическому состоянию поверхностной гидросферы, оказывает строительство подводных и других гидротехнических сооружений, разработка прибрежных карьеров стройматериалов, которое вызывает изменение гидрологического режима рек. Помимо загрязнения, строительная деятельность может вызывать и истощение подземных вод, например, при осушении карьеров, тоннелей, глубоких строительных выемок и котлованов.

Наибольшему негативному воздействию в процессе строительных работ подвергается литосфера. Строительство провоцирует в приповерхностной зоне земной коры опаснейшие геологические процессы, такие как подтопления, просадки, загрязняет и засоряет почвенный покров, отчуждает огромные площади ценнейших земель, резко сокращая при этом площади естественных экосистем. От состояния верхней части литосферы во многом зависит экоустойчивость территории застройки [27].

5.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения вредного влияния на литосферу необходимо производить сортировку отходов и обращаться в службы по утилизации для дальнейшей переработки или захоронения.

В основном, организации, занимающиеся приёмом и утилизацией ртути содержащих отходов, принимают люминесцентные лампы в массовых количествах. Лампа состоит из электронного блока — выгодный компонент для реставрации и утилизации; колба и цоколь также ценное сырьё. Такие лампы нельзя выкидывать в мусоропровод или уличные контейнеры, а нужно отнести в свой районный ДЕЗ (Дирекция единичного заказчика) или РЭУ (Ремонтно-эксплуатационное управление), где есть специальные контейнеры. Там они принимаются бесплатно, основанием должна служить утилизация в соответствии с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Томской области. Пункты приёма отработавших свой срок люминесцентных ламп по городам можно найти в интернете. [27]

Переработка макулатуры представляет собой многоэтапный процесс, цель которого заключается в восстановлении бумажного волокна и, зачастую, других компонентов бумаги (таких как минеральные наполнители) и использование их в качестве сырья для производства новой бумаги.

Сократить воздействие пагубного влияния строительства на атмосферу помогут такие мероприятия как применение эффективных пылеулавливающих устройств и систем; внедрение мокрого способа производства; организация санитарно-защитных зон; создание замкнутых технологических циклов, малоотходных и безотходных технологий и т.д.

Для уменьшения отрицательного влияния строительных работ на гидросферу необходимо осуществлять следующие мероприятия внедрение системы замкнутого оборотного водоснабжения, осуществление принудительной очистки сточных производственных вод, регулярная уборка территории, контроль за расходом вод для различных нужд промышленно-строительного процесса и т.д.

Для уменьшения воздействий строительства на литосферу, необходимо производить механическое удаление загрязнителей вместе с породой и вывоз их в места складирования, удаление загрязнителей фильтрующим потоком

жидкости, создание экрана из обожженных грунтов, а также проводить ландшафтный дизайн и озеленение территории [28].

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1 Возможные чрезвычайные ситуации при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Чрезвычайные ситуации бывают техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

При работе в кабинете могут возникнуть следующие классификации чрезвычайных ситуаций:

- Преднамеренные/непреднамеренные;
- Техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения/природные – связанные с проявлением стихийных сил природы.
- Экологические – это аномальные изменения состояния природной среды, такие как загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди/ антропогенные – являются следствием ошибочных действий людей.
- Биологические – различные эпидемии, эпизоотии, эпифитотии;
- Социальные – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате опасного социального явления, которое повлекло в результате человеческие жертвы, ущерб здоровью, имуществу или окружающей среды;
- Комбинированные.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации картографического сервиса могут быть чрезвычайные ситуации техногенного (пожар) и социального характера (терроризм) [29].

5.3.2 Типичная чрезвычайная ситуация

5.3.2.1 Социальная чрезвычайная ситуация (терроризм)

В основе возникновения и развития чрезвычайных ситуаций социального характера лежит нарушение в силу различных причин равновесия общественных отношений вызывающее серьезные противоречия, конфликты и войны. Причинами являются различные обстоятельства, которые вызывают социальную напряженность (криминал, массовые беспорядки, акты терроризма и т.д.).

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация социального характера, которая может возникнуть при эксплуатации готового проектного решения является терроризм. Терроризм – метод, посредством которого организованная группа или партия стремятся достичь провозглашенные ими цели через систематическое использование насилия.

Разрабатываемый картографический сервис наглядно отображает демографическую ситуацию города, а именно показывает места массового размещения людей, визуальный анализ позволяет оценить, как и в зависимости от чего оно распределено на территории города. Данная информация является общедоступной и может быть использована, для формирования террористического акта, для планирования центров массовых беспорядков и т.д. Эта информация может нанести урон численности городского населения.

5.3.3 Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций социального характера

В рамках ВКР численность населения по микрорайонам города вычислялась эмпирически на основе формирования гипотезы, что свидетельствует о том, что информация не является 100% достоверной. Визуальное отображение демографической ситуации на карте города является вспомогательным элементом в оценке доступности социальных услуг. Следовательно, информация о численности населения районов или города в целом, является открытой и свободной, статистические данные отображаются в отчетной документации местных органов самоуправления. Из чего можно сделать вывод, что информация о демографической ситуации города может быть получена из более достоверных источников, без использования

разрабатываемого проекта. Защита данной информации является не целесообразной.

Массовые мероприятия проводятся под контролем органов правопорядка, следовательно, действий со стороны разработчика не требуется.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Возможно установление неполного рабочего дня для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени, без ограничений оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других прав.

При работе в ночное время продолжительность рабочей смены сокращается на один час. К работе в ночную смену не допускаются беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы-одиночки детей до пяти лет.

Организация обязана предоставлять ежегодный отпуск продолжительностью 28 календарных дней. Дополнительные отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, работникам имеющими особый характер работы, работникам с ненормированным рабочим днем и работающим в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему местностях.

В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни осуществляется только с письменного согласия работника.

Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признакам и принудительный труд [30].

5.4.2 Влияние сервиса «Интерактивная карта города» на организационно-правовые вопросы

Основным направлением реализации разработанного продукта является применение его в качестве картографического сервиса, который предназначен для визуального отображения демографической и территориальной информации города Томск, и выступает в качестве инструмента для принятия решений в области градостроительства.

Для градостроительства и планирования территориального развития необходим учет и анализ всех влияющих факторов. К таким факторам можно отнести: плотность населения, плотность застройки, экологическую ситуацию, транспортную доступность, пространственное распределение объектов (например, продовольственных магазинов), инженерные коммуникации и т.д.

Картографический сервис позволяет хранить данную информацию, а также содержит атрибутивную информацию обо всех объектах города. Данная система предназначена для обеспечения гражданам прогноза развития территории, принятия управленческих решений на основе анализа данных, предоставления доступа ко всему картографическому материалу.

Сам продукт не влияет на организацию рабочей зоны. Картографический сервис может использоваться любым пользователем имеющим доступ к сети интернет, например, будь то житель или гость города, сотрудник органов местного самоуправления, исследователь и любой другой пользователь, которому интересна социальная инфраструктура города.

Таким образом, разрабатываемый сервис дает возможность оперативно отображать картографические материалы различной степени генерализации и тематического наполнения, и, позволяет принимать обоснованные решения по градостроительному и социально-экономическому развитию города. Это приводит к тому, что первые лица города получают возможность контроля и участия непосредственно в процессе планирования и проектирования, что существенно экономит человеческие ресурсы, время и денежные средства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения данной работы было проведено исследование понятия пространственных данных, пространственного и интеллектуального анализа данных, проведено пространственное моделирование алгоритмов решения задач городских ГИС.

Основной целью данной выпускной квалификационной работы являлось решение задач анализа пространственных данных на примере реализации интерактивной карты города. В ходе работы были решены следующие задачи:

- проанализирована предметная область и существующие аналоги;
- произведен сбор и обработка исходных пространственных данных;
- спроектирована архитектура, процедуры получения данных и пользовательский интерфейс разрабатываемого проекта;
- проведено моделирование численности и плотности населения, плотности застройки и доступности социальных услуг по территориальным единицам города;
- визуализированы и проанализированы результаты моделирования;
- проведена оценка влияния разработанного проекта на окружающую среду, и его финансовая эффективность.

Во время разработки проекта автор данной работы принял участие в 3 конференциях, включая всероссийские и международные, с докладами по данной тематике, а также в хакатоне «Открытые данные Томской области». Полученные результаты были удостоены грамотой:

1. Грамота за новые подходы в решении социальных задач на 12-й Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации», РТ-2016.

Список публикаций студента

1. Паршина О.В. Пространственный анализ данных публичных картографических сервисов [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 7-11 ноября 2016г.– Томск: ТПУ. – Т.1, – С. 176-177.
2. Паршина О.В. Расчет численности городского населения на основе данных геоинформационных сервисов // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2016»: материалы 12-й Международной молодежной научно-технической конференции, Севастополь, 14-18 ноября 2016 г. / СевГУ; под ред. А. А. Савочкина. – Севастополь: СевГУ, 2016 – С. 138
3. Паршина О.В. Вычисление индекса доступности услуг на основе пространственных характеристик объекта // Наука. Технологии. Инновации. Сборник научных трудов в 9 ч. / под ред. асс. Макарова С. В. – Новосибирск: НГТУ, 2016 – Часть 2 – С. 43–45.

Список использованной литературы

1. Data Mining – интеллектуальный анализ данных В.А. Дюк, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН [Электронный ресурс], режим доступа
URL:<http://www.inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html#1/>
/свободный (16.03.2017).
2. Основные этапы Data Mining [Электронный ресурс], режим доступа
URL:http://studopedia.su/14_173074_osnovnie-etapi-Data-Mining.html/ свободный (15.02.2017).
3. Интеллектуальный анализ данных: учеб. пособие для студентов специальности 080801.65 «Прикладная информатика (в экономике)»/Саратовский государственный социально-экономический университет. – Саратов, 2012.- 92с
4. Лекции Data Mining [Электронный ресурс], режим доступа URL:
<http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/164/> свободный (15.02.2017)
5. Data Mining: учебное пособие /И.А. Чубукова.- 2-е изд., испр. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 382 с: ил., табл.- (Серия «Основы информационных технологий»).
6. Области применения Data mining [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://studopedia.org/2-54890.html/> свободный (15.02.2017)
7. Лекция 22: Рынок инструментов Data Mining [Электронный ресурс], режим доступа URL: [http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/200 /](http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/200/) свободный (15.03.2017).
8. Ковин, Р.В. Геоинформационные системы и технологии [Текст]: учебник / Р.В. Ковин, Н.Г.Марков. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 300с.

9. Пространственные данные [Электронный ресурс], режим доступа URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пространственные данные/свободный](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пространственные_данные/свободный) (09.03.2017).
10. Кирилюк К. Что такое парсер (граббер)? — примеры PHP-парсеров. [Статья]. — режим доступа: URL:<http://www.chuvyr.ru/2016/07/parser.html/свободный> (16.03.2017).
11. WFS (Web Feature Service) [Электронный ресурс], режим доступа URL:https://live.osgeo.org/ru/standards/wfs_overview.html/ свободный (12.02.2017).
12. Документация ArcGIS. Сервисы WFS [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://server.arcgis.com/ru/server/latest/publish-services/linux/wfs-services.htm/> свободный (12.02.2017).
13. API 2ГИС [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://api.2gis.ru/doc/maps/ru/quickstart/свободный> (17.02.2017).
14. Муниципальная географическая информационная система [Электронный ресурс], режим доступа URL: http://www.geocentre.by/gis_1.html/ свободный (10.03.2017).
15. Мониторинг городской среды: понятие, цель, задачи и содержание [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://stecup.ucoz.ru/index/0-31/свободный> (19.04.2017).
16. Плотность застройки [Электронный ресурс], режим доступа URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/плотность застройки/свободный](https://ru.wikipedia.org/wiki/плотность_застройки/свободный) (19.04.2017).
17. Интересный сайт Pin Rate – рейтинг домов [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://www.wocreator.com/people/pin-rate-reiting-domov.html/свободный> (19.04.2017).
18. ГИС Территориального планирования Кемеровской области (ГИС ТП КО) [Электронный ресурс], режим доступа URL: <http://www.geocad.ru/projects/informatsionnye-proekty/regionalnyu-uroven/gis-territorialnogo-planirovaniya-kemerovskoy-oblasti-gis-tp-ko-//свободный> (19.04.2017).

19. Охрана труда. Основы безопасности жизнедеятельности // www.Grandars.ru. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html> (дата обращения: 11.03.2017).

20. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация // Ассоциация инженеров - программистов по охране труда - Догма URL: <http://dogma.su/normdoc/rospotrebnadzor/sreda-factor/other/detail.php?ID=1327> (дата обращения: 11.03.2017).

21. Воздействие шума на человека // GardenWeb. URL: <http://gardenweb.ru/vozdeistvie-shuma-na-cheloveka> (дата обращения: 10.03.2017).

22. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки // Библиотека гостов и нормативов. 2016. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5212/ (дата обращения: 11.03.2017).

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498> (дата обращения: 10.03.2017).

24. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 11.03.2017).

25. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения: 11.03.2017).

26. Чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ // Студопедия — Ваша школопедия. URL: http://studopedia.ru/8_107307_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html (дата обращения: 10.03.2017).

27. В.Ежова Влияние строительства на окружающую среду и мероприятия по борьбе с негативными воздействиями [Текст] /В.Ежова, А.Гречнева., - режим доступа: URL: <https://www.scienceforum.ru/2015/927/14402//свободный> (19.04.2017).

28. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013) "Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде // Консультант Плюс. 2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104420/e1b31c36ed1083efeb6cd9c63ed12f99e2ca77ed/#dst100007 (дата обращения: 19.04.2017).

29. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001022> (дата обращения: 11.03.2017).

30. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 3.07.2016) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 11.03.2017).

Приложение А

(обязательное)

Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке

Chapter 1 ANALYTICAL REVIEW

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ5Б	Паршина Ольга Вячеславовна		

Консультант кафедры ИСТ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ИСТ	Мирошниченко Е.А.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преп. каф. ИЯ	Морозов В.С.			

1.1 The concept of Intelligent Data Analysis

There are many definitions of data mining. Here is the most common and complete of them. Intelligent Data Analysis (IDA) is the process of detecting previously unknown, non-trivial, practically useful, accessible interpretations of knowledge necessary for decision-making in various spheres of human activity in raw data [1].

The IDA is a multidisciplinary field that originated and developed on the basis of a large number of sciences, including applied statistics, pattern recognition, artificial intelligence, database theory, information theory, machine learning, and others.

The IDA process can be divided into the following stages [2]:

- understanding and formulating the task of analysis is an important stage in the analysis, correctly formulated goals and the methods chosen for their achievement are the key to the effectiveness of the entire process.
- preparation of data for automated analysis consists in bringing data to a form suitable for the application of specific methods of the IDA.
- application of the IDA methods and construction of models.
- verification of the constructed models consists in breaking up the analyzed data into large and small groups. On a larger group, they receive models (applying the methods of the IDA), and on a smaller group, they are tested.
- interpretation of models by the person with a view of their use for decision-making, addition of the received rules and dependences in bases of knowledge, etc.

1.1.1 The main types of intelligent data analysis tasks

Currently there is no common opinion about which of the tasks of the IDA is considered to be the main ones. Most authoritative sources there are five task groups, there is a distinction between descriptive (descriptive (visual description of the available hidden patterns) and predictive (prediction for those cases for which data is not yet available) tasks.

Descriptive tasks include:

- search for associative rules or patterns (patterns) is search for patterns between related events in the data set. The search of patterns is carried out between multiple events that occur simultaneously.
- cluster analysis (grouping of objects) logically continues the idea of classification, but is more complicated. Its peculiarity lies in the fact that classes of objects are not initially predetermined. The result of clustering is the partitioning of objects into groups, the objects of one group should be as "similar" to each other and different from the objects of the other groups [3].

Predictive tasks include:

- classification of objects is one of the simplest and most common tasks of intellectual analysis, the main goal, which is the detection of certain characteristics of objects (events), allowing them to be assigned to one or other of the previously known class.
- forecasting is estimation of missed or future values of target numerical indicators on the basis of features of historical data [4].
- sequence (sequential association). The task is similar to association, its purpose is to establish patterns between events occurring at a certain time interval.
- visualization. To solve the problems of visualization, graphical methods (graphs, diagrams, histograms, diagrams, etc.) are used, showing the presence of regularities in the data. The use of visualization helps in the process of data analysis to see anomalies, trends, and is also more economical, since it allows us to discover patterns more quickly and make an appropriate decision. The data visualization subsystem is an important part of data mining. Visualization can be used at all stages

of the data processing process, from the visualization of the original data (checking the compliance of expectations and the suitability of data for analysis) to the visualization of the final results, including the sampling, the results of the primary processing and the intermediate results [4]. The main advantage of this method is the simplicity in acquaintance with the information.

1.1.2 Areas of application of intellectual and spatial data analysis

IDA is used in many areas of life. The scope of its application is unlimited, it is used wherever there is any data (statistical, spatial, etc.). There are four main areas of application of the IDA [5]:

- science, tasks: diagnosis and choice of treatment, prediction of outcome of surgical intervention, etc.;
- business, solving problems of credit risk analysis, attracting and retaining clients, managing resources, attracting and retaining clients, forecasting financial indicators, etc. [6];
- research for the government, tasks are the search for persons evading taxes; means in the fight against terrorism, etc.;
- web direction, tasks are search engines, counters and others.

The IDA plays an important role in understanding spatial data and in detecting complex relationships between spatial and non-spatial data.

1.1.3 Intelligent data analysis tools

In the data analysis market, there are a large number of firms that are focused on creating IDA tools. The development in the sector of the IDA of the world software market employs both world-famous leaders and new developing companies. They can be represented either as a stand-alone application or as an add-on to the main product. The latter option is realized by many leaders of the software market. Developers of universal statistical packages, in addition to traditional methods of statistical analysis, include in the package a certain set of methods of the IDA. Among the most famous tools are Tableau, RapidMiner, Dataiku, etc. There are suppliers that include the IDA in the functionality of the DBMS: they are Microsoft, Oracle and IBM.

The market of suppliers of the IDA is actively developing. Constantly there are new firms-developers and new tools [7].

1.2 The concept of spatial data

Geo-data (geographic data, spatial data) is understood as spatio-temporal data reflecting the properties of objects, processes and phenomena occurring on the Earth [1]. Geo-data are a collection of coordinate (positional) and attributive (non-position) data. Coordinate data describe the location of objects in the established coordinate system, while attribute data define their semantics and can contain qualitative or quantitative values [2].

1.2.1 Spatial Data Sources

Various cartographic images and services (maps, atlases, etc.), remote sensing data (RS), statistical data, field survey and survey data, open data sources, etc. can act as geo-data sources.

Consider some of them.

1.2.1.1 Cartographic services

One of the key sources of spatial data is the cartographic service. Under map service understand service, which provides access to geo-data, their processing, analysis, search and visualization. At the moment there are a large number of not only domestic but also foreign map services, the most famous and common of which are Google Maps, Yandex Maps, 2GIS, and OpenStreetMap (OSM). Services provide information about objects on the globe are free for non-commercial use, and allow you to measure distances, obtain information about public transport routes, businesses and organizations, etc.

The advantages of map services include: no need for specialized client software, easy and convenient interface, high data download speed, the ability to work from any computer that has access to the Internet. The drawbacks are the availability of obsolete data.

Recently, major developers of mapping services provide offline versions of their products, which allows you to use the service even when there is no possibility to connect to the Internet.

1.2.1.3 Open Data Sources

Lately increasingly popular open data sources that are published mostly on websites of the city administration are absolutely free and free for use and distribution. The data is presented in various formats (csv, json, xml, etc.), and for developers can be accessed through the API. The data contains not only spatial information about objects of vital activity, but also various statistical data, reports, documentation, information on the activities of various public organizations and enterprises, etc.

1.2.2 Methods of obtaining spatial data

1.2.2.1 The parser data (the parser)

One of the most common ways to "extract data" is a parser. A parser is software designed for analyzing and parsing the source data, for the purpose of processing and further use in the required form. A parser can be written in any programming language, where there is support for regular expressions, for example C #, Delphi, Java, PHP, etc.

The scope of such programs is very wide, but they all work in almost the same algorithm:

- access to the Internet, getting access to the code of the web resource and downloads;
- reading, data retrieval and processing;
- presentation of extracted data .txt, .sql, .xml, .html and other formats.

Parsers are used to maintain the information up to date (for example, to display currency exchange rates, or weather), for full or partial copying of materials of a site with the subsequent placement of these materials on their resources (e.g., content of content of Internet-shops), the combining streams of information from different sources in one place and its constant updating, etc. [10].

1.2.2.2 WFS services

The WFS standard is a feature web service that defines interfaces and operations that allow you to query and edit vector spatial data, such as roads or shorelines [11].

When using a WFS service allows any application that communicates with web services to access geographic features from your map or enterprise geodatabase. The WFS service returns actual features with geometry and attributes that can be used in any type of spatial analysis. WFS services also support filters that allow users to perform spatial and attribute queries on the data.

Incoming and outgoing web service data are presented in the GML format. Some of the services can support other data formats, such as GeoRSS or shape files [12].

1.2.2.3 API

API (application programming interface, application programming interface) is a set of ready-made classes, procedures, functions, structures and constants provided by the application (library, service) or operating system for use in external software products. Many mapping service companies have in their arsenal API, a tool that is accompanied by detailed usage documentation, for example, such as Google, Yandex, OpenStreetMap, 2GIS and many others. The map API allows you to create interactive maps on a web page, display various objects (markers, pops, and geometric objects) on the map, determine the coordinates of geo-objects by their names and names by coordinates, etc. [13].

1.3 Geo-information systems as a tool for visualization and analysis of spatial data

The main tool for working with geo-data, their processing and analysis are geo-information systems (GIS). GIS are information systems that provide the collection, storage, processing, display and dissemination of spatial data, as well as obtaining on their basis new information and knowledge of spatially coordinated phenomena.

The main advantage of GIS is the representation of spatial information. This property is decisive for the use of data visualization, since the main quality of GIS is visualization. Modern GIS have many powerful tools for spatial data analysis.

Under spatial data analysis (SDA) understand the work of computational operations on geo-data with the aim of extracting additional information from them.

A SDA is one of the main methods of interpreting data. This is a set of algorithms that provide analysis of the location, relationships and other spatial relationships of spatial objects, including visibility / invisibility analysis, neighborhood analysis, network analysis, creation and processing of digital terrain models, etc.

Usually spatial analysis is performed in GIS applications, as they have specialized spatial analysis tools for statistics or geoprocessing.

Displaying in the finished GIS arbitrary data allows you to connect to the visualization and analysis of the entire accumulated arsenal of spatial information processing tools. By visualizing spatial data, one can obtain a large amount of information about them, evaluate their relative position, estimate their spatial influence, etc. [8]. Modern GIS have a very wide scope and are used to solve a large number of tasks in different subject areas.

To date, there are a large number of manufacturing companies in the GIS market, the most known and widespread of which are GIS MapInfo, ArcGIS, QGIS, GIS Panorama and many others. Companies GIS developers in their arsenal have desktop, server (Spectrum Platform, ArcGIS Server) and mobile (MapInfo MapX Mobile) GIS.

1.3.1 The representation of spatial data in GIS

To represent data in GIS, vector and raster structures and data models are most often used. Since the vector initial data was used in the final qualified work, we will consider only the vector model of spatial data.

The vector model of spatial data is a digital representation in the form of a set of coordinate pairs:

- Point objects are objects, each of which is located only in one point of space. For example, a house, a tree, etc.
- Linear objects are objects or phenomena that are extended on a map scale, but have a negligible width. Described by a pair of coordinates. For example, roads, rivers, water systems, etc.
- Polygon is enclosed areas, which are homogeneous according to some criteria areas. For example, electoral districts, parcels, or building footprints.

An advantage of vector representation of spatial objects is a small amount of memory, ease of carrying out spatial analysis.

1.4 Importance of using geo-data in intellectual and spatial analysis of data

With the development of mobile technologies and the proliferation of global positioning systems (GPS, GLONASS) spatial characteristics have been used in solving many practical and research tasks. Spatial data is widely used in various fields of activity, and the range of their applications is constantly expanding. Drawing spatial objects on the map (or view them in GIS) gives the opportunity to visually see their locations, and their spatial analysis to identify patterns in the arrangement of related objects or phenomena and obtain new knowledge about them. Everywhere the spatial data act as an additional source of information for making management and analytical solutions.

When solving problems of intelligent data analysis, you often have to collect data from several sources of different structures. The data can be presented in different formats, do not coincide with each other, contain missing values, have incorrect encoding (open source data), be poorly structured, inaccurate, contain duplicates, etc. The main problem is inconsistency and inconsistency of data sources. An important step in data analysis is the preliminary processing of the original data. At this stage, the data obtained as a result of the collection must meet the so-called quality criteria, which include completeness, accuracy, timeliness and the possibility of interpreting the data. Ignoring this stage leads to financial losses, a decrease in

productivity, the adoption of incorrect business decisions and the inability to obtain the desired result.

As a rule, the form of representation of the spatial characteristics of objects differs from the presentation of numerical data, therefore there is a need to use special techniques to handle them. For the solution of analytical problems it is important to consider the consistency between the original data and the internal format of the software used.

1.5 Urban geographic information system

On the subject domain GIS can be divided into urban (municipal), environmental, land GIS, etc. Among them, urban GIS are widespread. A city's GIS is understood as a software and hardware complex that solves a set of tasks to collect, store, display, update and analyze spatial and other related information on the objects of the territory. They are created for the territory of a separate city, municipal district or suburban area and provide information support to various areas of local government. With the help of them, cadastral tasks are solved, as well as monitoring and modeling of environmental, socio-demographic and infrastructural situations of the urban environment [14].

1.5.1 Relevant tasks of analysis of spatial data in cities

Urban GIS allow us to solve many other tasks that today are relevant and important for analysis. Among them include the tasks:

- monitoring of the urban environment, the main tasks of which are the timely identification of changes in the state of the land fund, their assessment, forecasting and development of recommendations for preventing and eliminating the consequences of negative processes, rational land use and land management, monitoring the use and protection of land, and timely detection of changes in the state of real estate [15];
- demographics, the analysis of which allows us to identify the most acute demographic problems that require priority solutions, and thereby determines the

priority directions of this policy, and also allows to identify and eliminate the causes of those causes that create a negative demographic situation;

- health, the analysis makes it possible to identify foci and causes of outbreaks of various diseases and ways of their spread, to form protective measures to prevent and eliminate factors that are dangerous to the population, etc.;

- transport, which includes analysis of the development of the transport infrastructure of the city, the routing of passenger vehicles, road accidents, etc.;

- economy, analysis of the use of budgetary funds allocated for landscaping, land management and capital construction, etc.

A relevant and practically important task for urban planners is the problem of calculating the density of urban development. The density of urban development is one of the main indicators widely used in town planning practice (general plans, land use and development rules, land development projects, etc.), which characterizes the intensity of the use of territories.

Density is defined as the ratio of the total floor area of the building land of buildings and structures in the dimensions of exterior walls per unit area of a portion (quarter). Unit of measure thousand square meters per hectare. Visualization of the result of calculating the density of district, neighborhoods or quarter of the map allows you to visually see how the objects are placed in space, how tightly located to each other and to assess the spatial range of their influence. This analysis can serve as a tool for making management and analytical solutions, in particular for decision making in the placement of objects on the territory of the city.

Another urgent task of urban GIS is the task of calculating the availability of social services for the city's population. Accessibility shows how convenient it is to live in this or that district of the city, reflecting its provision with social services. To solve the problem, it is first necessary to calculate the number and density of the urban population, which will make it possible to assess the availability not only for the region as a whole, but also for a single point of space.

To calculate the availability of social services for objects, it is important to consider a number of factors that may have adverse effects on them. Such factors

include the remoteness of residential facilities to infrastructure facilities and their transport accessibility. When calculating transport accessibility, it is also important to take into account the condition, traffic congestion, etc. Important factors are also the remoteness of objects from local barriers, which include plants, since they can be sources of various diseases, lakes and rivers, since they can cause significant damage to residential objects, especially during spring floods. It is also important to take into account the distance from the city center, the condition of houses and the capacity of infrastructure facilities (schools, kindergartens, etc.). Another source of noise can be influenced by various sources of noise (tram and railroad tracks, busy motorways), placing near landfills, cemeteries, etc.

Visualization of availability on the map will allow assessing the degree of development of urban infrastructure and will show which of the city's districts are favorable for living.

Thus, geo-information technology makes it possible to quickly create cartographic materials of varying degrees of generalization and thematic content, and allows you to "put" the city on the working tables of decision-makers. This, in turn, ensures the validity and adequacy of the decisions made on the town-planning and socio-economic development of the city. Thus, the first persons of the city have the opportunity to control and "information-adapted" participation directly in the planning and design process [16].

1.5.2 An overview of existing counterparts of urban GIS

1.5.2.1 *Service Pin Rate*

The topic of open data has recently become more relevant. With different frequency in different cities of Russia and abroad there are competitions, the main purpose of which is the implementation of social applications on the basis of open data sources within 24 hours. The most frequently implemented application for such contests is an application that shows an index of availability of services for residents of the city. One such application is the Pin Rate service from 2GIS.

Pin Rate is an interactive index of liveability in the city (Figure 1). The index was made in 91 cities of Russia, Kazakhstan and Ukraine. This service offers the user

to find out how convenient the house is located within the city and how much is available for each object in the space. In the evaluation index takes into account the distance to different objects of the city infrastructure and their impact on quality of life (shops, cafes, playgrounds, bars, hospitals, schools, kindergartens, etc.).

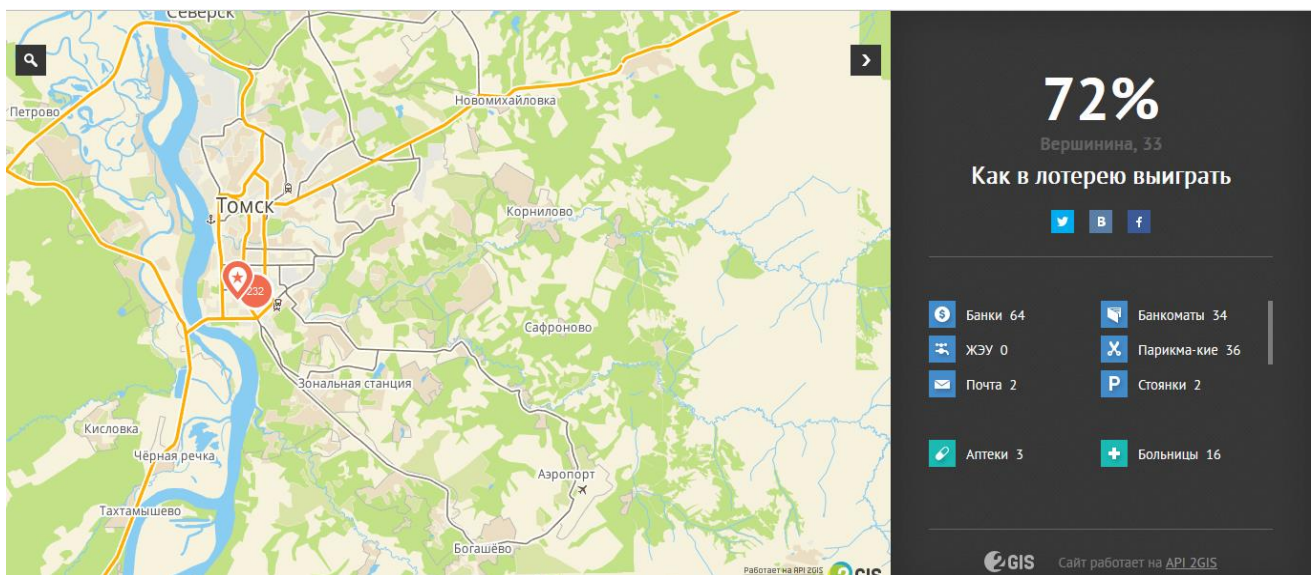


Figure 1 Service Pin Rate

The result is displayed in percentages and is accompanied by the corresponding comment. This index is incomplete, since it does not take into account the following important parameters: transport, distance from the city center, and the state of the house, local barriers (factories, lakes, and dumps).

The service is based on the API 2GIS directory and the Leaflet library. Leaflet is a widely used open source library written in JavaScript designed to display maps on websites [17]. Service Pin Rate is the closest and representative analogue of the service being developed, so it was chosen as a basis for conducting research.

1.5.2.2 GIS spatial planning of the Kemerovo region

GIS of territorial planning of the Kemerovo region was established with the aim of collecting, storing, systemizing, updating and publishing information on urban development activities in the territory and necessary for making decisions on the location of capital construction facilities of regional importance in the information and telecommunications network of the Internet.

One of the main objectives of the implementation is the organization of real-time access to public authorities, local authorities, individuals and legal entities to

information on the status, use, restrictions on use and development of territories. This GIS is one of the most revealing examples of the implementation of information projects of a regional scale in the organization of urban development in Russia [19].

1.5.2.3 "The urban Atlas of the city of Tomsk"

"Town planning atlas of the city of Tomsk" is an Internet version of the data of the information system for urban development, maintained by the Department of Architecture and Urban Planning of the Administration of Tomsk (Figure 2).

Town planning atlas of the city of Tomsk contains:

- a map of the city containing the main navigation and search elements (borders of the municipal formation, settlements, street-road network, addresses);
- town planning zoning and land use and development regulations;
- historical maps;
- various accompanying information in the form of attached files (documents, projects, photos, etc.).

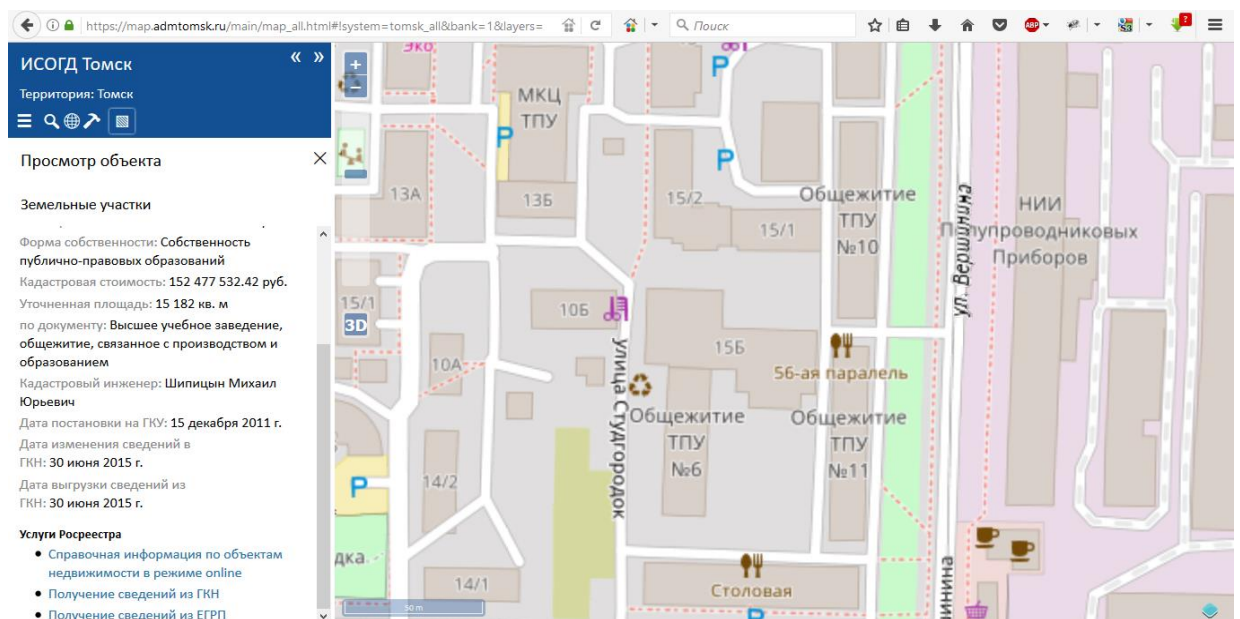


Figure 2 The urban Atlas of the city of Tomsk

Also there is support for Rosreestr's services, which allow you to receive background information on real estate. The maps of Google, Yandex or OSM can be used as the underlay of the atlas. This service displays information about individual sections of the city territory and does not reflect a holistic picture of the state of the urban development of the city.

1.6 Formulation of the problem

Based on the analysis of the subject area and analogues of urban GIS, it was revealed that, for the city of Tomsk, there is no system that would reflect a holistic picture of the demographic and town-planning situation of the city.

Thus, the goal was to solve spatial data analysis problems using the example of the interactive city map implementation, namely, solving the computational tasks:

- number and density of the population in the neighborhoods and districts of the city;

- density of urban development;

- accessibility of social services for the city's population.

To achieve the objectives necessary to solve the following subtasks:

1. Collect and transform the original spatial data;

2. Calculate the size of the population for each residential facility and the neighborhoods of the city;

3. Calculate the main factors influencing the availability of social services (remoteness from the city center and to infrastructure facilities, the impact of local barriers, the physical state of objects);

4. Visualize the results obtained on the city's web-map and analyze them.

The developed tool can be used both for solving personal problems and for solving problems of professional activity, and also can be useful for any category of users:

- a resident or a visitor of the city, to choose a suitable place (house, neighborhoods, district) for living based on the analysis of the development Infrastructure of the city;

- researchers are to analyze the development of the city's infrastructure, matching the city's infrastructure with the established standards;

- local authorities are to analyze the state of development of the territory of the city and planning its infrastructure.